Д. ХЭМБИДЖ

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ В АРХИТЕКТУРЕ

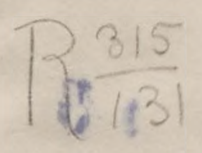




АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРОПОРЦИИ

ВЫПУСК III

19 • МОСКВА • 36



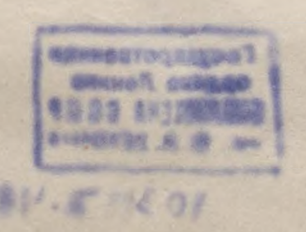
Д. ХЭМБИДЖ

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ В АРХИТЕКТУРЕ

Перевод с английского
В. БЕЛЮСТИНА

Под редакцией
Н. БРУНОВА

Предисловие и примечания
Ю. МИЛОНОВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО ВСЕСОЮЗНОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ

PRACTICAL APPLICATIONS
OF
DYNAMIC SYMMETRY

THE PARTHENON
AND
OTHER GREEK TEMPLES
THEIR DYNAMIC SYMMETRY

by

JAY HAMBIDGE





ПРЕДИСЛОВИЕ

Выделение из всей сложной и многогранной проблемы архитектурных пропорций вопроса о том, какими математическими приемами строили их мастера той или другой эпохи, является, конечно, чрезвычайно односторонним подходом. Такой подход не может объяснить ни корней возникновения и преобладания именно данных, а не иных соотношений, ни причин их эстетического воздействия на зрителей. Но с точки зрения архитектора, которого занимают технические приемы мастеров прошлого, он интересен точно так же, как для математика интересны приемы средневекового счета, а для лингвиста история грамматики. Вот этой-то грамматике архитектурных пропорций и посвящена книга американского искусствоведа Хэмбиджа.

Автору кажется, будто он вновь нашел тот метод построения архитектурных пропорций, который применяли античные греки, но который был утерян свыше двух тысяч лет тому назад.

Утверждение ученика греческих мастеров, римского теоретика Витрувия, что эти пропорции строились при помощи определенного модуля, выражавшего соизмеримые отношения части сооружения к целому, Хэмбидж считает не соответствующим действительности. Доказательство этому он видит в том, что обмеры греческих зданий дают соотношения, не совпадающие с канонами Витрувия, и наоборот, обнаруживают наличие несоизмеримых величин.

Ему представляется, что недоуменный вопрос о том, как могли рабочие при таких условиях производить свои работы, становится ясным только после отказа от принципа соизмеримости отрезков линии и замены этого последнего принципом соизмеримости элементов площадей. Наиболее ярким выражением такого метода Хэмбидж считает знаменитую теорему Пифагора.

В обосновываемом им принципе динамической симметрии Хэмбидж исходит из одного отрывка из платоновского „Теэтета".

„Феодор, — говорится в этом отрывке, — объяснял нам чертежами нечто о потенциях, о трехфутовой и пятифутовой величине, доказывая, что по долготе они несоразмерны футу; так брал он каждую порознь потенцию до семнадцатифутовой и на этой как-то остановился. Тогда пришло нам в голову нечто подобное твоему вопросу: так как потенций представлялось бесчисленное множество, то нам вздумалось попытаться заключить их в одной, чтобы этою одною обозначить все потенции... Всякое число мы разделили на-двое и ту его часть, которая могла быть равножды равною, уподобив четвероугольнику, назвали равносторонним четвероугольником. . ., а число промежуточное, как, например, три, пять и всякое, которому нельзя быть равножды равным, но которое бывает корнем произведения или большего на меньшее или меньшего на большее и за свои стороны всегда принимает большее и меньшее, такое число, уподобив опять фигуре продолговатой, мы назвали числом продолговатым... Все линии, изображающие число равностороннего четвероугольника и четвероугольной плоскости, мы определили понятием долготы, а все дающие число из различных протяжений — понятием потенций, так как по долготе эти числа соразмерны не тем, а плоскостям, на которые указывают" (сочинения Платона, переведенные с греческого и объясненные профессором Карповым. Синод. типография, 1876).

Смысл этого места платоновского „Теэтета" сводится в переводе на язык современной математики к следующему. Речь идет об общем способе выражения квадратных корней

как рациональных, так и иррациональных. Если какое-нибудь число поддается разложению на два равные друг другу множителя, то его корень является величиной рациональной, если же его можно разложить только на два неравных множителя, то корень представляет собой величину иррациональную. Геометрически первое произведение может быть выражено квадратом, второе же лишь удлиненным прямоугольником. Квадрат может быть определен величиной любой из его сторон. Прямоугольник же определяется двумя его сторонами, характеризующими всю его поверхность.

Исходя из этого отрывка и теоремы Пифагора, Хэмбидж строит свою систему динамической симметрии следующим образом. Он проводит в квадрате диагональ, которая относится к стороне квадрата как $\sqrt{2}:1$. По пифагоровой теореме квадрат, построенный на этой диагонали, вдвое больше исходного квадрата. На этой диагонали и стороне квадрата он строит прямоугольник $\sqrt{2}+1$. Затем снова проводит диагональ в этом новом прямоугольнике. Построенный на ней квадрат равен сумме квадратов, построенных на большей и меньшей сторонах прямоугольника $\sqrt{2}+1$. Но квадрат, построенный на большей стороне, вдвое больше квадрата, построенного на меньшей стороне этого прямоугольника. Это значит, что квадрат новой диагонали втрое больше первичного квадрата или, что то же самое, квадрата меньшей стороны прямоугольника. Она относится к высоте прямоугольника как $\sqrt{3}:1$. Взяв ее за основание, а высоту оставив прежней, можно построить новый прямоугольник $\sqrt{3}+1$. Точно так же он строит прямоугольники $\sqrt{4}+1$ и $\sqrt{5}+1$. Квадрат основания первого из них вчетверо больше, а квадрат основания второго впятеро больше исходного квадрата. Построение это может быть продолжено до бесконечности.

Площадь исходного квадрата Хэмбидж считает выражением статической симметрии, потому что это правильная геометрическая фигура. Наивысшим выражением динамической симметрии он считает прямоугольник $\sqrt{5}+1$. Площади же прямоугольников $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{4}$ он рассматривает как

промежуточные ступени между статической и динамической симметрией.

Такова в своих основных чертах точка зрения Хэмбиджа.

Действительно ли она восстанавливает подлинные методы греческих зодчих, утерянные уже в эпоху Витрувия?

Действительно ли модульный метод, излагаемый Витрувием, противоречит представлениям греческих строителей эпохи расцвета?

У того же Платона, на которого ссылается Хэмбидж, есть совершенно недвусмысленные указания, как представляли себе в его время пропорции зданий и сооружений вообще. Эти указания содержатся в описании воображаемой стены Атлантиды. „Храм самого Посейдона, — пишет он в „Критии“, — имел одну стадию в длину, три плетра в ширину и пропорциональную ему на вид высоту“. Тот же самый прием Платон применяет, описывая равнину, на которой расположен главный город атлантидян. „В основании, — говорит он про историю планировки местности, — лежал большей частью правильный и продолговатый четвероугольник, а чего недоставало (для такой формы), то направляемо было по окружности выкопанного кругом рва. Показания относительно его глубины, ширины и длины невероятны, — [невероятно], чтобы сверх других произведений труда, было еще такое, созданное руками, дело; но передадим, что слышали. В глубину был он прокопан на один плетр, в ширину повсюду на одну стадию и так как был выкопан кругом всей равнины, то оказался до десяти тысяч стадий в длину“. Таким же образом Платон определяет и размеры канала, идущего к царскому дворцу: „Начиная от моря вплоть до крайнего внешнего кольца прокопали они канал в три плетра ширины и сто футов глубины, длиною же в пятьдесят стадий“.

Таким образом, представления о пропорциях здания у Платона гораздо ближе к представлениям Витрувия, чем к схемам Хэмбиджа.

Современные обмеры, данные которых Хэмбидж считает вполне надежной исходной точкой для своих математических выкладок, на самом деле не являются уже таким на-

дежным фундаментом для точных вычислений. Здесь нельзя игнорировать те деформации, которые произошли на протяжении тысячелетий и в материале и в здании в целом. Осадка и выветривание сильно изменили первоначальные пропорции. Так, например в Парфеноне, который служит Хэмбиджу основным объектом, целые пласты стилобата сползли со своих первоначальных постелей и тем самым сильно изменили его первоначальный наружный вид. Относительно высоты пирамиды Хеопса известно, что она под влиянием выветривания облицовки на протяжении одного столетия значительно уменьшилась. Этих вековых деформаций не учитывает Хэмбидж, а между тем очень возможно, что во многих случаях именно ими и объясняется та несоизмеримость частей, которая так удивляла археологов.

Наконец, Хэмбидж совершенно не считается с неизбежными погрешностями измерения. Тут громадную роль играют и степень натяжения рулетки, и влажность воздуха, и даже его температура. Под влиянием этих факторов деформируется эталон измерения, а вместе с тем и результаты обмера. Ведь существуют же значительные расхождения между всеми авторами, производившими обмеры Парфенона — Стюартом, Колиньоном, Пенрозом. Поэтому точность до тысячных долей фута, с которой оперирует Хэмбидж, совершенно бессмысленна.

В математике существует целая теория о целесообразном пределе точности при измерениях. Она указывает те пределы, в которых полученные результаты имеют реальное значение. Эти пределы зависят от относительной величины ошибок, неизбежных при измерении. Эта теория указывает так называемые „значащие цифры“, которые выражают действительные результаты измерения.

Исходя из всех высказанных здесь соображений, мы не можем согласиться с Хэмбиджем, когда он утверждает, что нашел способ, при помощи которого греческие зодчие определяли архитектурные пропорции.

Однако это не мешает книге быть полезной для архитектора обилием собранного в ней интересного фактического материала.

ВВЕДЕНИЕ

Симметрия* служит ритмической основой рисунка. Невозможно ввести в композицию рисунка ритм, не введя предварительно симметрии. Известная доля симметрии и ритма имеется в каждом рисунке, но только лучшие содержат их в достаточной мере. Слабость рисунка зависит от бедности симметрии и ритма.

История рисунка показывает нам с несомненностью, что подлинные мастера композиции применяют симметрию и ритм сознательно. Если художник не понимает симметрии и ритма, то он может рисовать только вслепую, доверяясь своему чутью. Так и должно быть, но только до известной ступени развития художника. Между тем эта ступень скоро достигается, и если у художника нет ничего, кроме чутья и склонности на него полагаться, то он останавливается в своем развитии; дальше ему приходится итти ощупью за недостатком технических знаний, которые необходимы для преодоления даже простейших трудностей. Его зрительные художественные способности суживаются, а достижения умаляются, если он не понимает, как построить свои образы, чтобы достичь композиционной силы.

---

* В отличие от общепринятого у нас значения слова „симметрия" автор вкладывает в этот термин то содержание, которое он имел у греков, понимая под словом „симметрия" соразмерность художественных форм и частей художественного произведения. *Прим. ред.*

Художники прошлого добивались симметрии и ритма в своих композициях различными методами, но лучшим из всех является тот, который применяли мастера рисунка классического периода искусства древней Греции.

Принципы, которыми руководились эти мастера, были утеряны свыше двух тысяч лет тому назад; теперь они найдены вновь; эти принципы изложены в настоящей книге.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ

ГЛАВА 1

СИММЕТРИЯ, ЕЕ СТАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Чертеж, изображенный на рис. 1 (*a* и *b*), поясняет основу симметрии, как статической, так и динамической.

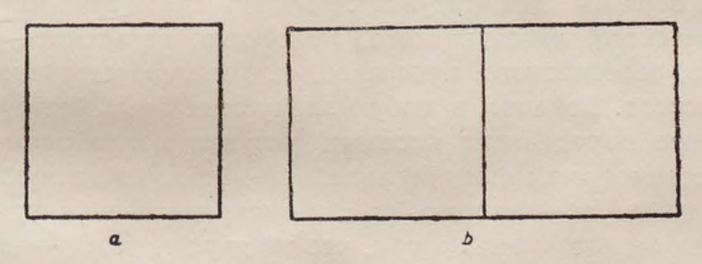


Рис. 1

a представляет собой один квадрат; *b* — два квадрата; в первом случае дана одна единица, во втором случае — две.

Отношение между ограничивающими линиями фиг. *a* выражается через 1; отношение между ограничивающими линиями фиг. *b* — через 2. Это отношение мы получаем при делении большей стороны площади на ее меньшую сторону.

Если мы выразим эти площади через 1 или 2, или даже через дробные части 1 или 2, т. е. как $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$, или как $^8/_{10}$ или как $^9/_{16}$ и т. д., то обе эти площади, с различными их подразделениями или без них, все же будут примерами статической симметрии.

Если мы получим площадь при помощи линейных отрезков, например размером $9^1/_4$ на $16^5/_8$ дюйма, то эта площадь будет статической площадью, образованной $9^1/_4$ квадратами по меньшей стороне и $16^5/_8$ квадратами по большей стороне. Не имеет значения, каким образом мы разделили площадь. Если мы при этом применили линию, разделенную на единицы или даже на дробные части единицы, мы получим в результате статическую симметрию. По сравнению с другим, более высоким типом симметрии, статическая симметрия с точки зрения художественной композиции банальна и неинтересна.

Существует и другой метод для получения статической симметрии. Он заключается в применении правильных геометрических фигур, как, например, квадрата или равностороннего треугольника, с их подразделениями.

В статической симметрии этого типа площади, получающиеся в результате их подразделения, дают естественные образцы для рисунков. Такова симметрия рисунка готического, византийского, коптского, кельтского, римского, ассирийского, иранского, индусского, китайского и японского. Конечно, в любую эпоху отдельные мастера для точного определения площади рисунка могли применять (и несомненно применяли) линейный метод, но для перечисленных периодов характерны геометрические фигуры. Не может быть сомнения в том, что из двух методов — метода линейного и метода применения правильных геометрических фигур — последний является более совершенным.

До сих пор мы говорили о форме поля для рисунка, нарочито и сознательно выбранной рисовальщиком. Но должны были существовать и такие рисунки, исполненные в различные исторические эпохи, где мастера не обращали никакого внимания на площади, которые эти рисунки занимали. В этом случае мастера должны были ввести известное единство формы или образа, или же создать такой рисунок, который мог бы занимать любую случайную площадь. Комбинация одинаковых единиц формы чисто автоматически привела бы к статической симметрии, благодаря самой природе

метода повторения одинаковых элементов. В тех случаях, когда рисунок намеренно создается без учета границ или протяжения площади фона, результатом опять-таки является статическая симметрия. Если бы это было не так, рисунок не имел бы композиции.

Этот бессознательный, непреднамеренный тип симметрии есть всегда порождение эпохи варварства, формирования нового стиля или упадка рисунка. В последнее время мир проходит через период формирования, который не является, однако, варварским, потому что цивилизация насквозь пронизана софистикой. Период, в который мы живем, нельзя назвать также и периодом упадка, так как периоды упадка следуют всегда за периодами расцвета, со времени же готической эпохи не было периода полного и зрелого расцвета рисунка. Эллинистический период, бывший периодом упадка, последовал непосредственно за эпохой блестящего развития классического греческого искусства. В настоящее время мир быстро приближается к новому периоду большого художественного расцвета.[1]

Читатель должен помнить, что симметрия в рисунке представляет собой в известной мере элемент чисто механический и что ее не следует смешивать с творческой интуицией. Индивидуальные элементы в рисунке зависят от творческой интуиции, служащей одним из важнейших, а может быть, и наиболее важным элементом всякого искусства. Интуиции вряд ли можно научить, но ее можно поощрять и ей можно содействовать.

Одним из методов этого содействия является сведение механической части творческого усилия к наиболее простым принципам. При этом читатель должен помнить, что принципы не есть правила. Последние представляют собой плод личных рецептур и формул, негативную сторону всякого искусства. Творческая интуиция требует бережного отношения; она может расти и развиваться только тогда, когда она освобождена от трудностей чистой техники. Утонченнейшая интуитивная экспрессия может стать неудачной при малейшей погрешности в знании техники. Симметрия,

имеющая лишь косвенную эстетическую ценность, является частью грамматики художественного языка; без знания ее принципов мы не в состоянии дать адэкватное выражение нашим творческим образам.[2]

Подведем итог сказанному.

До тех пор, пока нет симметрии, нет и рисунка.

Есть два типа симметрии: статическая и динамическая.

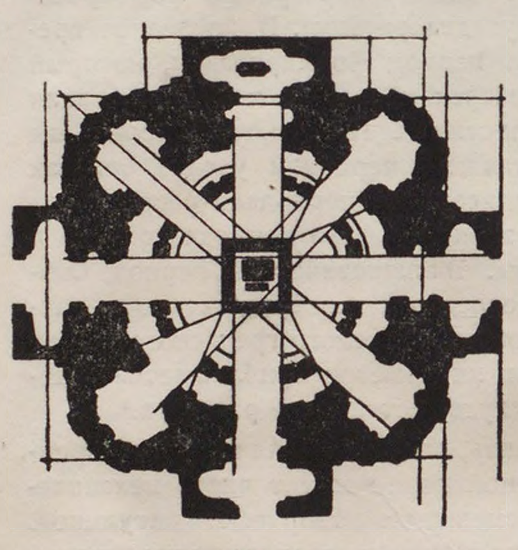


Рис. 2

Статическая симметрия создается двумя путями: или путем применения линейной единицы измерения, как, например, фут, метр и т. д., разделенной даже на дробные части, или путем оперирования правильными геометрическими фигурами, как, например, квадрат или равносторонний треугольник, и естественными подразделениями этих фигур. Правильные геометрические фигуры дают наилучшее выражение статической симметрии, автоматически придавая рисунку необходимый ритм. Говоря образно, мы не можем ввести в наш рисунок музыку, не контролируя известным образом ритм.

Схема является необходимым следствием ритма; другими словами, ритм и схема неразлучны. Легче получить и контролировать ритм через схему, чем итти кружным путем. Все великие исторические произведения искусства, за исключением памятников Египта и Греции классического периода, были построены на основе правильных геометрических фигур. Бессознательная, непреднамеренная симметрия создавалась мастерами периодов варварства, упадка или образования нового стиля.[3]

Не лишне прибавить здесь следующее:

Хорошая композиция невозможна без рисунка.

Когда рисунок слаб, начинается господство натурализма.

Рис. 2 изображает план одной из построек Микельанджело. Симметричность конструкции видна из самого чертежа;

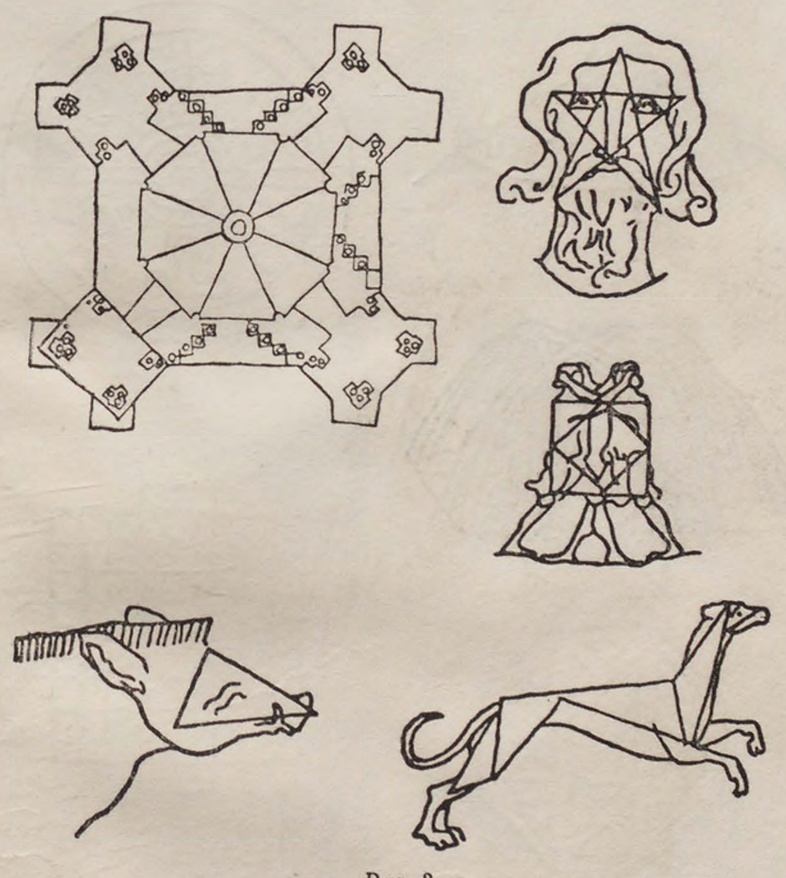


Рис. 3

части, объединенные известным ритмом, зачернены. Конструктивные линии симметрии, конечно, не видны в законченной работе. В основу плана положен квадрат с его естественными подразделениями; совершенно очевидно, что симметрия здесь статическая. Приведенный пример является лишь одной из многих подобных тем, оставленных нам этим мастером ренессанса.

Рис. 3 дает ряд симметрических построений, взятых из записной книжки Виллара де Гоннекура, архитектора французской готики XIII века, как предполагают, творца собора в Камбрэ, впоследствии национализированного и разрушен-

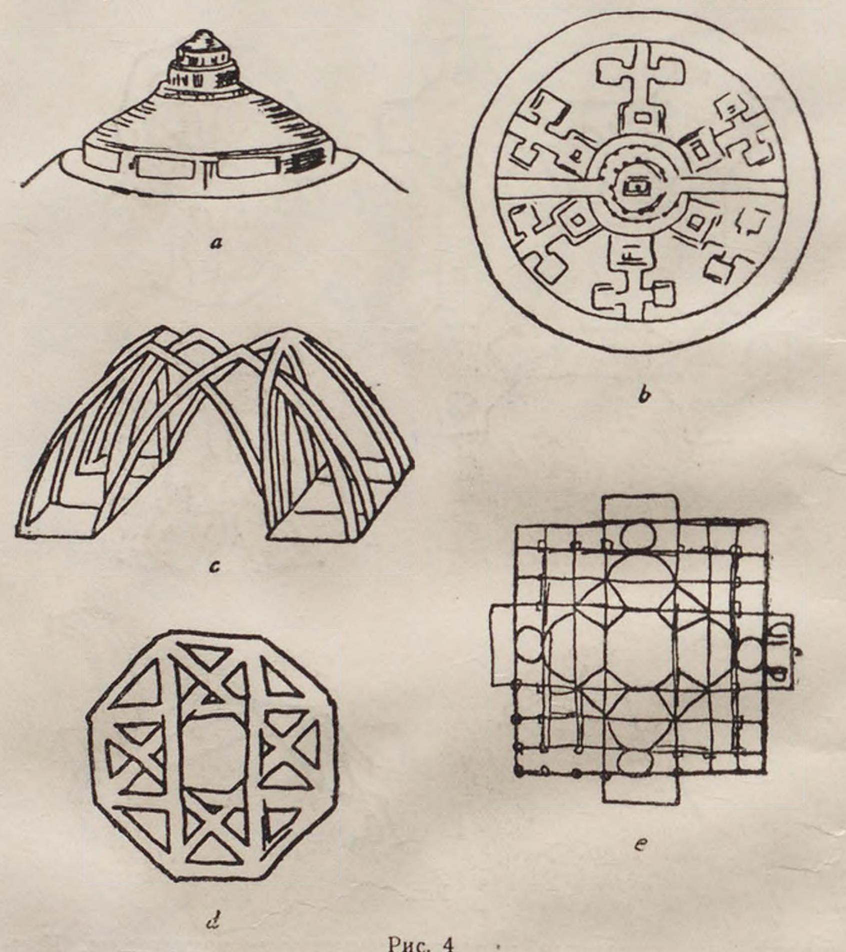


Рис. 4

a и *b* — общий вид и план мавзолея; *c* и *d* — перспективный набросок и план; *e* — ритмически разработанный план

ного французскими революционерами. Де Гоннекур по времени значительно предшествует Микельанджело, но в работах последнего мы видим ту же общую концепцию ритма, что и в творении французского мастера.

Рис. 4 взят из записной книжки Леонардо да Винчи. Симметрические темы, индивидуально варьируемые обоими мастерами, идентичны. Отсюда ясно, что эти темы основаны на одних и тех же общих принципах.

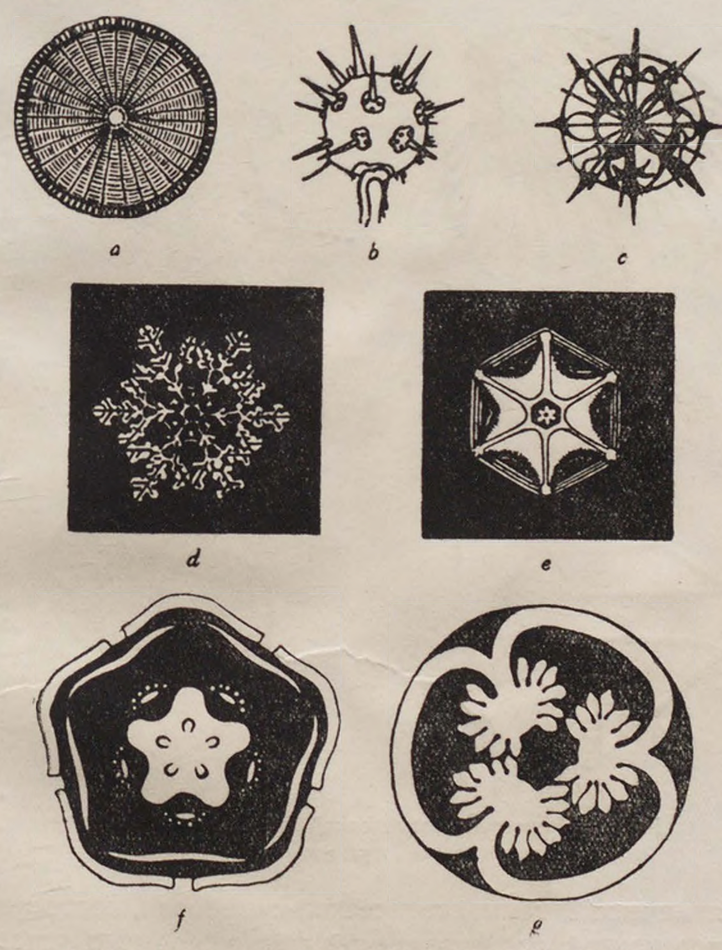


Рис. 5. Примеры статической симметрии в природе:
a—характерная диатома; *b* и *c*—скелеты радиолярий (лучевиков); *d* и *e*—снежные кристаллы; *f*—разрез цветка липы (до цветения); *g*—разрез зрелого стручка Hypericum graveolus

Следует отметить, что, за исключением примера из творчества Микельанджело, симметрические планы построены от руки.

Позднее мы остановимся подробнее на чертежах Виллара де Гоннекура, особенно на тех из них, в основу которых положена правильная пентаграмма.

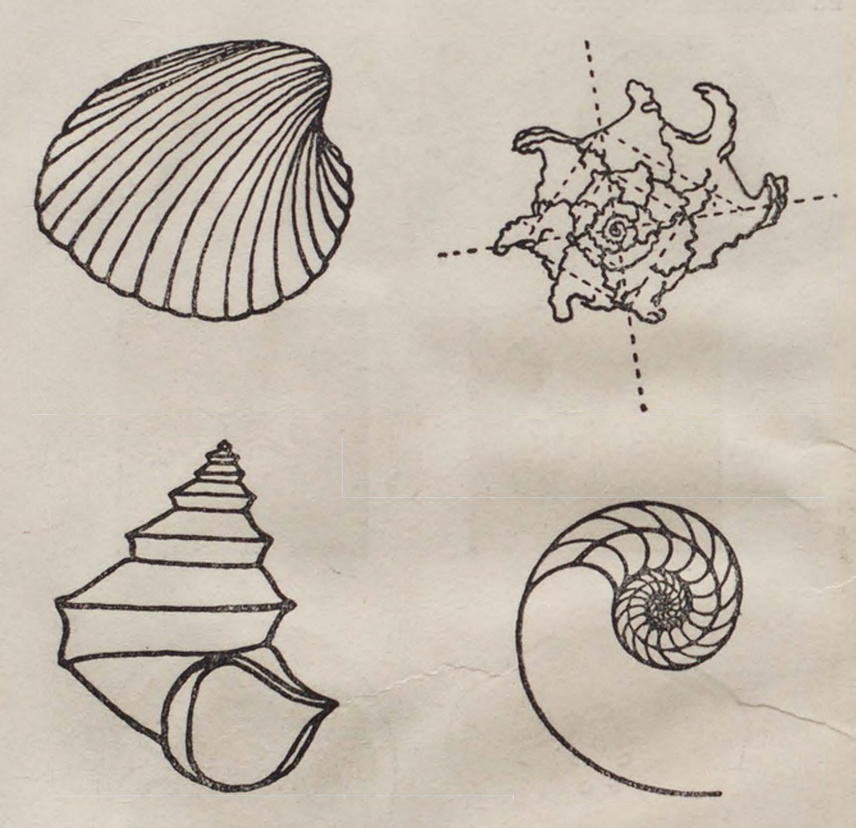


Рис. 6. Примеры динамической симметрии в природе
Различные спирали раковин, построенные по золотому сечению

Ритмические темы статической симметрии, построенные на правильной геометрической фигуре, обычно узнаются на-глаз.

В природе мы встречаем статическую симметрию в кристаллах и в правильном строении различных организмов — в некоторых цветах, диатомах и т. д. (рис. 5; ср. рис. 6 и 7). Системы кристаллографических признаков дают исчерпывающее доказательство статической природы кристалличе-

ских форм. Кристалл следует представить себе построенным вокруг пересекающихся координат, расположенных в трех измерениях. Эти координаты пересекаются под углом в 90°,

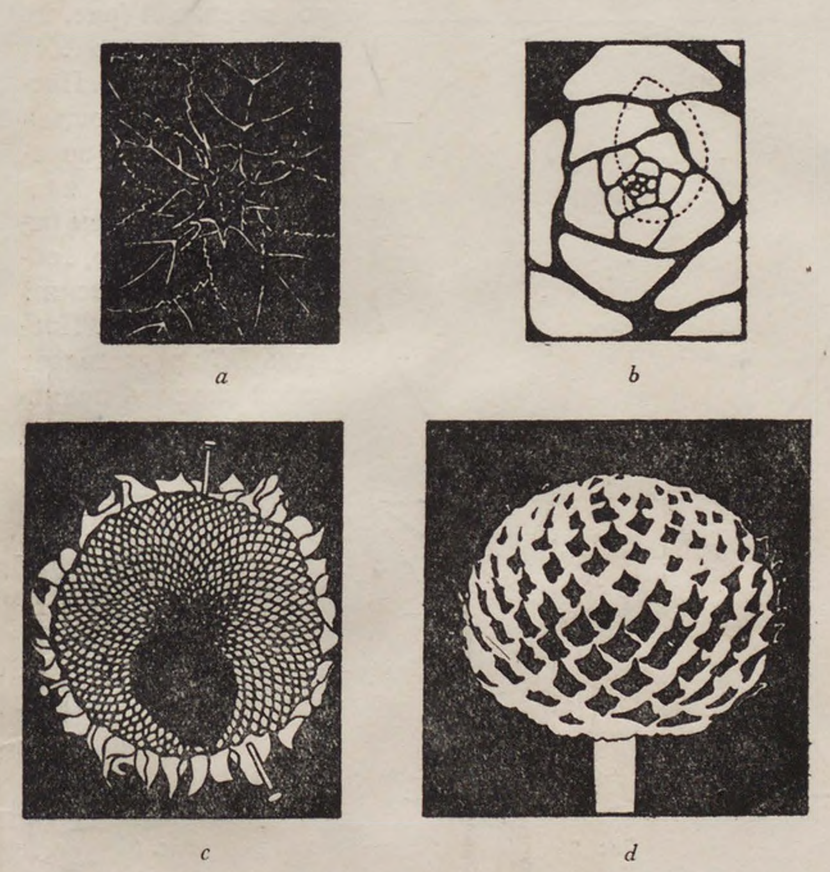


Рис. 7. Примеры динамической симметрии в природе:
a и *b*—подсолнечник и почка многолетнего растения; *c*—головка подсолнечника; *d*—Cephalaria

т. е. под прямым углом. Было открыто, что грани и ребра кристалла, расположенные вдоль этих координат, всегда могут быть выражены в целых числах или их дробях.

Любопытно, что пять правильных „платоновых" геометрических тел не обнаруживают этих признаков.

Бронзовая сковорода VI века до н. э., хранящаяся в нью-йоркском Metropolitan Museum of Art, является примером ком-

позиционной темы, построенной на основе прямоугольника золотого сечения (рис. 8)*.

Построим квадрат *DE* и рассечем пополам одну из его сторон в точке *A* (рис. 9). Проведем линию *AC*, равную линии *AB*. Площадь *DC* есть площадь прямоугольника золотого сечения, а площадь *BC* мы будем называть площадью „обратной“ по отношению к площади *DC***. Площадь *BC* представляет собой площадь прямоугольника золотого сечения и подобна площади *DC*. Проведем в ней диагонали, а также диагонали ее обратной площади, как показано на рис. 10.

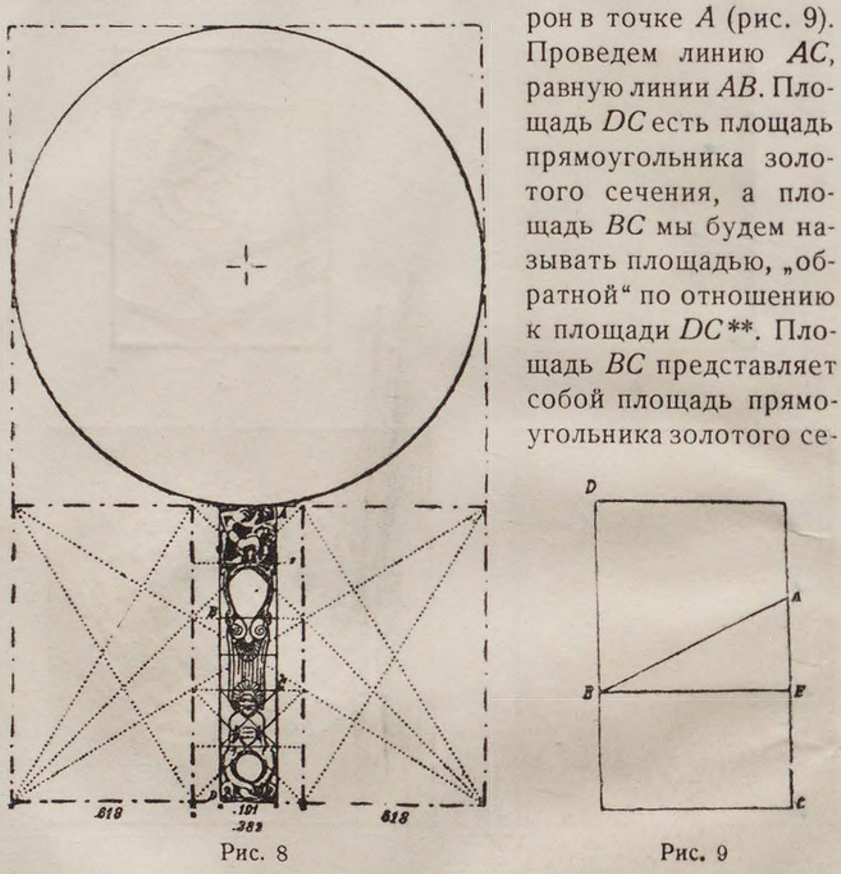


Рис. 8

Рис. 9

Площади *AF* и *BE* (рис. 10) являются двумя обратными площадями площади *CD*. Эти обратные площади дают в

* Размеры на всех чертежах в этом издании указаны, как в английском подлиннике, следующим образом: вместо 0,618 — .618, т. е. всюду ноль заменен точкой. *Прим. ред.*

** Площадь *BC* выражается числом, обратным величине площади *DC*, если величину площади *DE* принять за единицу. *Прим. ред.*

сумме площадь *CD* за вычетом площади *AB*. Эта последняя площадь имеет в данном случае большое значение. Так как площадь *CD* выражается отношением 1,618, то отрезок *CA* равен 0,618, отрезок *GE* тоже равен 0,618, а отрезок *AG* равен 0,382. Сложив их, получим 1,618. Площадь *AB*, которую мы назовем площадью 0,382, состоит из площадей

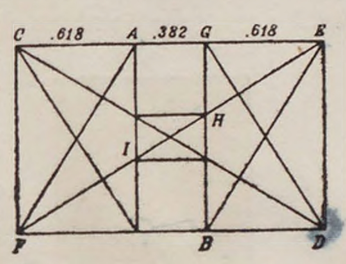


Рис. 10

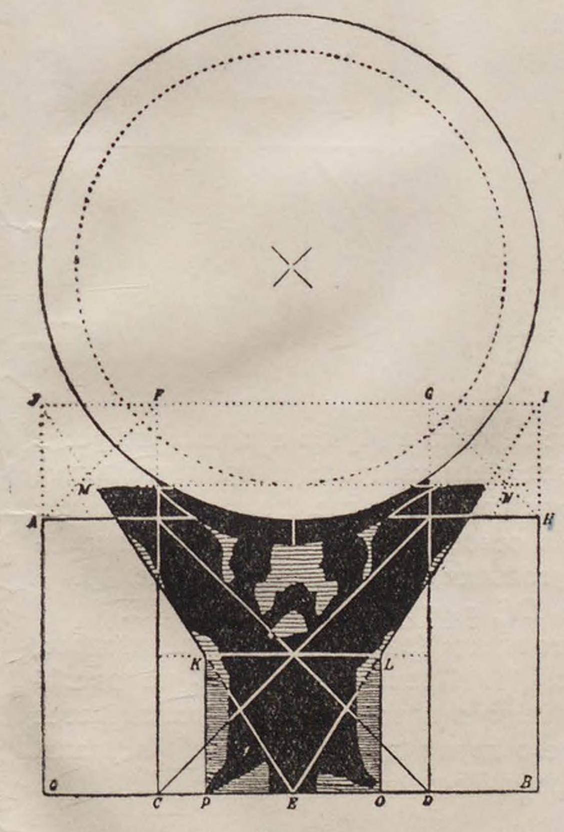


Рис. 11

квадрата *AH*, прямоугольника золотого сечения *HI* и квадрата *IB*. Дробь 0,382 является обратной дробью по отношению к 2,618. Отсюда: площадь *AB* состоит из площадей прямоугольника золотого сечения *GI* и квадрата *IB*.

Ширина рукоятки сковороды, будучи разделенной на длину рукоятки, дает отношение 5,236, а его обратная дробь есть 0,191. Но 5,236 = = 2,618 × 2, а 0,191 = = 0,382 : 2. Следовательно, площадь рукоятки сковороды равна половине площади *AB* (рис. 10). Рисунок рукоятки помещен посредине площади 0,382. На рис. 8 площадь *AB* равна площади двух квадратов, площадь *CD* — тоже двум квадратам,

а площадь BC равна площади двух прямоугольников золотого сечения. Диск сковороды представляет собой круг, вписанный в квадрат большого прямоугольника золотого сечения.

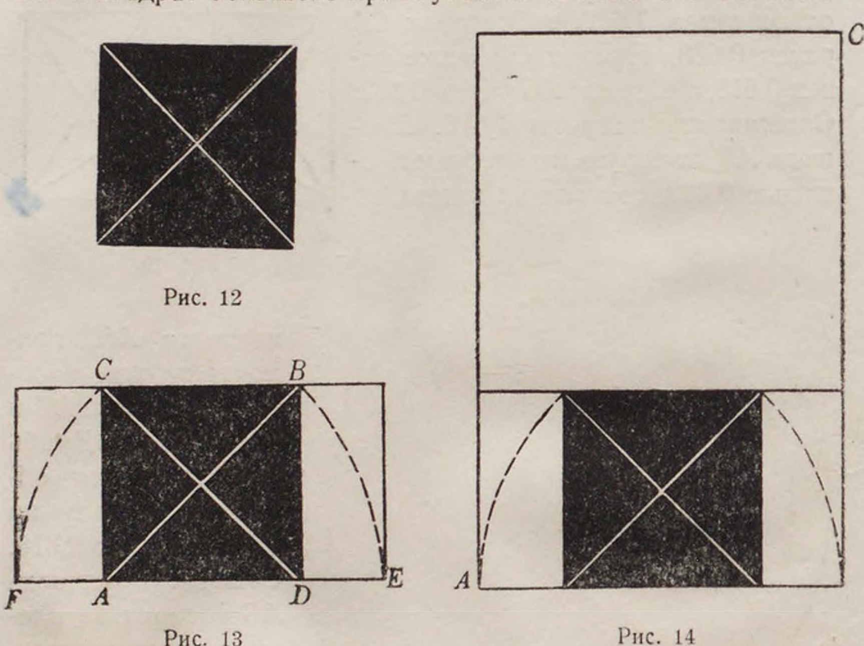


Рис. 12

Рис. 13

Рис. 14

Греческое бронзовое зеркало в Музее изящных искусств в Бостоне дает образец темы квадрата и прямоугольника $\sqrt{2}$ (рис. 11). Начертим квадрат и две его диагонали, как указано на рис. 12. На основе этих двух диагоналей квадрата построим прямоугольник, как показано на рис. 13.

Отрезок DC равен DF, а отрезок AB равен AE.

На стороне прямоугольника (рис. 13) построим квадрат, как показано на рис. 14. Прямоугольник AC на рис. 14 и есть тот прямоугольник, в который точно вписывается бронзовое зеркало с его двумя декоративными фигурами, изображающими Амура и Психею.

АНАЛИЗ ДЕТАЛЕЙ

На рис. 11 площадь AB образована двумя прямоугольниками, которые мы будем называть прямоугольниками $\sqrt{2}$ и которые взаимно перекрывают друг друга на величину

квадрата. Это построение основано на диагоналях квадрата, как показано на рис. 13. Проведем на основе диагоналей первичного квадрата линии *DG*, *CF* и *JI* (рис. 11). Мы получим, таким образом, прямоугольник *JB*, который равняется половине всего большого прямоугольника. *AD*, *CH* и *DF* являются прямоугольниками $\sqrt{2}$, а *JD* и *CI* являются квадратами, взаимно перекрывающими друг друга на величину прямоугольника $\sqrt{2}$ *DF*. Из точки *E*, взятой на середине линии *BQ*, проведем линии *EJ* и *EI*. Эти линии пересекут горизонтальную линию, которая делит пополам первичный квадрат, в точках *K* и *L*. Начертим линии *KP* и *LO*. Линии, проведенные от точки *P* к точке *J* и от точки *O* к точке *I*, пересекут диагонали двух квадратов *AF* и *GH* в точках *M* и *N*. Проведем линию *MN*. Этими построениями определяется симметрическая тема рисунка ручки зеркала. Анализ можно было бы продолжить и доказать, что каждая деталь выражается при помощи отношения $\sqrt{2}$ и квадрата.

Это сравнительно незначительное художественное произведение характерно для всего греческого искусства, в котором симметрическая тема обычно точно определена и последовательно проводит одну идею. Чувство гармонии, которое вызывает в нас каждый хороший греческий рисунок, объясняется именно последовательностью симметрической темы.[4]

ГЛАВА

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

Рис. 15*a* изображает квадрат, рис. 15*b* — два квадрата. В обоих случаях проведены диагонали *EF* и *JK*. Эти две линии дают ключ к пониманию идеи динамической симметрии. Они применены для построения сторон прямоугольных площадей на рис. 15*c* и 15*d*. Меньшие стороны этих прямоугольников равны стороне основного квадрата.

HI на рис. 15*c* равно *EF* на рис. 15*a*, а *GH* на рис. 15*c* равно *OE* на рис. 15*a*.

MN на рис 15*d* равно *JK* на рис. 15*b*, а *LM* на рис. 15*d* равно *PJ* на рис. 15*b*.

Прямоугольник на рис. 15*c* мы называем прямоугольником $\sqrt{2}$, потому что квадрат, построенный на линии *HI*, имеет двойную площадь по сравнению с квадратом, построенным на линии *GH*.

Прямоугольник на рис. 15*d* мы называем прямоугольником $\sqrt{5}$, потому что площадь квадрата, построенного на линии *MN*, в пять раз больше площади квадрата, построенного на линии *LM*.

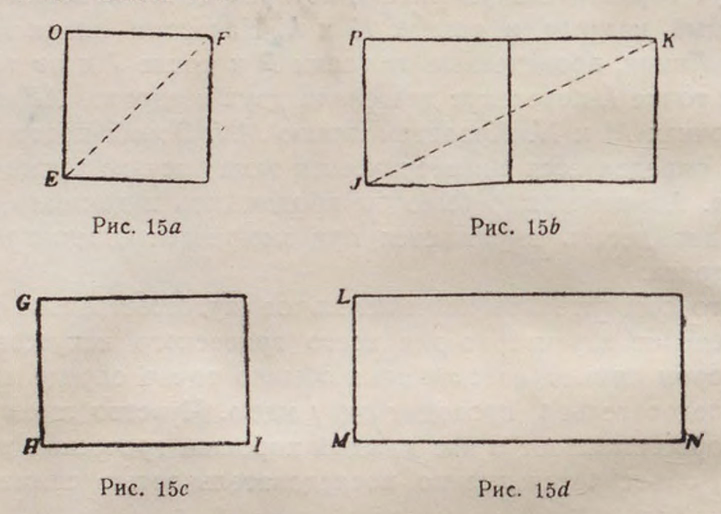


Рис. 15*a* Рис. 15*b*

Рис. 15*c* Рис. 15*d*

Если мы выразим длину линии *HI* числом, то это число, будучи помножено само на себя, дает число 2.

Однако число, которое, при умножении само на себя, дает 2, является числом, имеющим бесконечную дробь. Это число представляет собой единицу плюс дробь 0,4142...

Математики находят это число путем извлечения квадратного корня из 2 с любым количеством десятичных знаков, с любой нужной точностью. Этот процесс бесконечен; поэтому число, полученное в процессе такого вычисления, называется несоизмеримым.

Интересным историческим фактом является то обстоятельство, что открытие несоизмеримых чисел древними греками привело к конфликту в области геометрии; этот

конфликт угрожал опрокинуть их толкование строения вселенной.[5]

Несоизмеримый буквально значит — неизмеримый (т. е. данным масштабом).

Несоизмеримые линии, подобные приведенным здесь, не представляют, однако, затруднений для художника, потому что длина такой линии может быть установлена немедленно, без каких-либо особых соображений относительно квадратных корней или несоизмеримых величин. Процесс сводится к тому, чтобы начертить квадрат и его диагональ, затем взять длину этой диагонали для построения стороны прямоугольника $\sqrt{2}$.

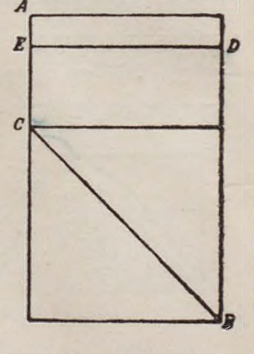


Рис. 16

Пример. Предположим, что художник имеет прямоугольный холст и желает отрезать от него площадь, соответствующую отношению $\sqrt{2}$ (см. рис. 16).

Предположим, что AB представляет собой прямоугольный холст, имеющий любую площадь, большую, чем площадь в 1,4142... Построим квадрат BC на меньшей стороне этого холста и проведем диагональ BC. Измерения могут быть произведены при помощи шнура, который держат в обеих руках.

Воспользуемся линией BC, чтобы найти точку D.

BD равно BC.

Проведем линию DE под прямым углом к линии BD.

Полученный прямоугольник EB является прямоугольником $\sqrt{2}$.

В этом случае площадь холста больше площади прямоугольника $\sqrt{2}$. Площадь AD представляет собой лишний остаток. Мы не можем изменить точной фигуры прямоугольника $\sqrt{2}$, но можем изменить площадь холста, или чертежной бумаги, или любого материала, с которым мы работаем; рекомендуется поступить именно таким путем, если мы действительно хотим использовать данную фигуру. Мы, конечно, можем использовать фигуру прямоугольника $\sqrt{2}$ в том виде, как он есть, но нам всегда будет мешать

дробная часть — площадь *AD*. Существует много способов преодоления случайных фигур, но описание их будет дано в другой главе.

Греческие художники, применявшие прямоугольник $\sqrt{2}$ для установления ритма симметрии, чрезвычайно тщательно следили за тем, чтобы взятые ими площади могли быть выражены в отношении $\sqrt{2}$. Они не называли эту площадь площадью прямоугольника $\sqrt{2}$, но рассматривали ее, как часть площади квадрата. Другими словами, линия *DE* на рис. 16 является стороной квадрата, равного половине квадрата, построенного на стороне *DB*.

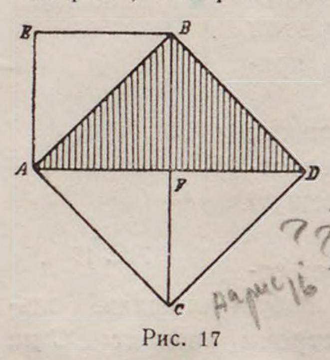


Рис. 17

Считается также, что именно грекам принадлежит метод доказательства путем простого логического рассуждения, что площадь квадрата, построенного на линии *BD*, вдвое больше площади квадрата, построенного на линии *BE*.

Это доказывается следующим образом (см. рис. 17).

AB — квадрат; *AD* — квадрат, построенный на диагонали квадрата *AB*. Требуется доказать, что квадрат *AD* по своей площади в два раза больше квадрата *AB*.

Квадрат *AB* разделен диагональю на два равных и подобных треугольника—на *ABF* и *ABE*.

Треугольник *ABF* равен и подобен треугольнику *BFD* или *ABE*, откуда явствует, что площадь треугольника *ABD* равна площади квадрата *AB*.

Но площадь *ABD* равна площади *ACD*, и площадь *ABD* равна половине квадрата *AD*. Отсюда площадь квадрата *AB* равна половине площади квадрата *AD*.

Для художника вовсе не обязательно уделять слишком много забот геометрическим доказательствам. Он заинтересован в красоте рисунка и нуждается в таких методах, которые построены на принципах, помогающих ему овладеть этой красотой в нужной мере, не думая о математике или о чем-либо другом, находящемся вне поля его непосред-

ственного художественного зрения; исключение составляют только художники, принадлежащие к числу тех одаренных и деятельных натур, которым свойственен живой интерес ко всему, что так или иначе соприкасается с областью их работы.

На практике художнику едва ли приходится слишком много заниматься вычислениями. Если бы он был хорошо знаком с техникой обращения с ритмическими темами, он почти автоматически производил бы необходимые операции. Но мы в настоящее время не так хорошо знакомы с этой техникой. Она не передается современным художникам по наследству, как это было в древности. Эта техника в большей или меньшей степени для нас нова, и мы принуждены усваивать ее настолько быстро и настолько тщательно, как только мы можем. Для этой цели мы должны прибегать к приемам, которые и не снились художникам древности. По счастью, у нас хоть в одном отношении есть преимущество перед античными мастерами,—мы можем манипулировать числами. Арифметические действия сложения, умножения, деления и вычитания простых чисел и дробей не представляются трудными для нас, как это было для греков. Нам вполне естественно воспользоваться преимуществами нашей более высокой подготовки. Мы фактически можем в сравнительно короткий срок овладеть методом применения науки ритма, в то время как древним потребовались бы годы, чтобы овладеть ею обычным практическим путем. Посредством простого вычисления, в сущности не более трудного, чем счетоводство, мы можем исследовать самые запутанные ритмы. Но для изучающего этот метод указанный процесс должен сопровождаться переводом арифметических данных на язык конкретных форм.

Художественная подготовка всякого рода должна быть всегда направлена на то, чтобы тренировать глаз. До того как изучающий динамический метод хорошо ознакомится с природой необычных для него форм, с которыми он впервые сталкивается, он должен тщательно их вычертить при помощи масштаба и линейки, а затем уже сделать

попытку начертить их от руки или путем геометрического построения. Если это сделано как следует, то этим будет достигнута большая экономия времени.

Следует помнить, что прежде, чем мы сможем разумно обсуждать, например, ритмические основы человеческой фигуры или Парфенона в Афинах, мы должны быть хорошо знакомы со многими из возможных комбинаций абстрактной формы, содержащих идею динамики.

Как уже было сказано, основной характеристикой динамической симметрии является следующее: отрезки, ограничивающие прямоугольники, почти всегда несоизмеримы. Это любопытное обстоятельство является причиной того, что греческий композиционный метод был открыт только недавно.

Не будь этого обстоятельства, греческий метод был бы открыт уже давно. Когда современные исследователи впервые приступили к обмерам греческих зданий, они были сильно озадачены тем, что полученные ими величины линий были совершенно несоизмеримы. Исследователи были смущены, так как, по их представлениям, рабочие не могли при таких условиях производить строительные или ремесленные работы. Это было величайшим препятствием на пути к разумной интерпретации греческого чертежа.

Римский теоретик архитектуры Витрувий, живший в I в. до н. э., сообщает, что греки классической эпохи тщательно соблюдали определенные принципы симметрии; эти принципы были выработаны ими после того, как было обнаружено, что части человеческого тела соизмеримы со своим целым; другими словами, части человеческого тела составляют точные пропорции в отношении друг друга и в отношении целого, которые могут быть выражены целыми числами и их дробями. Витрувий оставил нам подробные правила, по которым составлялись планы греческих зданий; в этих правилах указан определенный модуль для выражения соизмеримого отношения части к целому. Кроме того, Витрувий оставил нам схему, служащую для определения пропорций человеческой фигуры; эта схема, подобно схеме планировки зданий, построена на соизмеримости линий.

Ввиду того, что не было найдено ни одного здания, которое соответствовало бы канонам Витрувия, и поскольку мы знаем, что человеческая фигура не может быть выражена в таких отношениях, мы принуждены заключить, что Витрувий в своих положениях был неправ. Или он сам или его предшественники допустили ошибку, предположив, что греки пользовались соизмеримыми линейными отрезками, тогда как в действительности это были элементы площадей. Подобные ошибки всегда совершались в периоды упадка.

Если мы заменим принцип соизмеримости отрезков линии принципом соизмеримости элементов площадей, то древняя проблема будет решена. Несоизмеримость линий, но соизмеримость площадей, — вот что является отличительной чертой динамической симметрии.

В настоящее время мы имеем возможность сказать, что понимаем природу художественной гармонии рисунка и ритма шедевров греческого искусства.

Как было уже разъяснено выше, прямоугольник $\sqrt{2}$ основан на квадрате и диагонали, построенной на его сторонах. Однако построение, служащее для определения границ этого прямоугольника, может быть развито для получения целых динамических рядов площадей. Этот процесс и применялся греками. Интересно, что этим же процессом пользовались индусы приблизительно в то же время, на что указывает одна из уцелевших храмовых построек.

Одним из важнейших геометрических открытий древнего мира является установление взаимоотношений, существующих между сторонами любого прямоугольного треугольника, если их рассматривать как линии, определяющие площади.

Квадрат, построенный на гипотенузе прямоугольного треугольника, равен по площади сумме квадратов, построенных на двух других его сторонах. Так гласит знаменитая 47-я теорема первой книги Евклида, так называемая „Пифагорова теорема".

По преданию, эта теорема была открыта Пифагором, и по этому поводу им были принесены щедрые жертвоприно-

шения богам. На самом же деле это открытие было, повидимому, сделано несколькими поколениями раньше в Египте.

Египтяне говорили, что две короткие стороны этого треугольника — это Озирис и Изида; гипотенуза — Горус, начало производное.

Индусы излагали эту теорему иначе. Они рассматривали гипотенузу, как диагональ прямоугольника. Прямоугольники, которые они имели в виду, были прямоугольниками динамической симметрии. Индусы вскоре, однако, утратили свои знания об этих фигурах. Из открытых до настоящего времени произведений индусского искусства мы не встречаем ни одного, которое указывало бы на практическое применение этой симметрии.

Если мы учтем, насколько обязан современный прогресс этой 47-й теореме, мы поймем, какое огромное значение она имеет. Достаточно указать, что без этой теоремы невозможны прицел орудий, управление кораблей, невозможны астрономические вычисления, немыслима, наконец, вся тригонометрия. Ценность этой теоремы заключается в определении взаимоотношения площадей, а не линий. На том же основана и динамическая симметрия.

Необходимо тщательно усвоить нижеследующее:

Квадрат разделяется диагональю на два прямоугольных треугольника.

Квадрат, построенный на этой диагонали, имеет в два раза большую площадь, чем первичный квадрат.

Диагональ является стороной прямоугольника $\sqrt{2}$; при помощи этой диагонали и стороны первичного квадрата мы строим прямоугольник $\sqrt{2}$.

Проводим диагональ прямоугольника $\sqrt{2}$ и таким образом получаем два других прямоугольных треугольника.

Квадрат, построенный на этой новой диагонали, по своей площади равен сумме площадей квадратов, построенных на большей и меньшей сторонах прямоугольника $\sqrt{2}$.

Площадь квадрата, построенного на большей стороне прямоугольника $\sqrt{2}$, как мы видели на рис. 17, в два раза больше площади квадрата, построенного на его меньшей стороне.

Следовательно, квадрат, построенный на нашей новой диагонали, по своей площади в три раза превосходит наш первичный квадрат, т. е. квадрат, построенный на меньшей стороне прямоугольника $\sqrt{2}$.

Поэтому наша вторая диагональ является стороной прямоугольника $\sqrt{3}$. Другими словами, ее длина, помноженная сама на себя (или возведенная в квадрат), дает квадрат, по площади своей в три раза превосходящий площадь первичного квадрата.

Применим эту новую диагональ в качестве стороны нового прямоугольника, в котором квадраты, построенные на его большей и меньшей сторонах, относятся друг к другу, как 3 : 1.

Большая и меньшая стороны этого последнего прямоугольника являются величинами несоизмеримыми, как и стороны прямоугольника $\sqrt{2}$.

Проведем диагональ прямоугольника $\sqrt{3}$. Квадрат, построенный на этой диагонали, по своей площади в четыре раза превосходит квадрат, построенный на меньшей стороне нашего прямоугольника. Другими словами, эта диагональ является длинной стороной прямоугольника $\sqrt{4}$.

$\sqrt{4}$ есть 2, потому что это число, будучи помножено само на себя, равняется 4.

Итак, мы получили длинную сторону прямоугольника $\sqrt{4}$, т. е. прямоугольника, в котором отношение площадей квадратов, построенных на его меньшей и большей сторонах, выражается, как 1 : 4. Но эти два отрезка являются соизмеримыми, поскольку их отношение равно 2. Следовательно, этот прямоугольник состоит из двух квадратов.

Квадрат, построенный на диагонали этих двух квадратов, по площади своей в пять раз превосходит один из этих квадратов или квадрат, построенный на меньшей стороне прямоугольника $\sqrt{4}$. Таким образом, мы получаем сторону прямоугольника $\sqrt{5}$ и можем построить прямоугольник $\sqrt{5}$.

Это построение может быть продолжено до бесконечности, но нам нет необходимости продолжать его, поскольку мы уже получили основные данные для объяснения динамического принципа.

Действительно, площадь прямоугольника $\sqrt{5}$ является основой наивысшего и наилучшего варианта динамической симметрии. Площади прямоугольников $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{4}$ являются промежуточными ступенями между статической и динамической симметрией.

Томас Хис (T. Heath), английский знаток Евклида, комментируя применение индусами метода, связанного с извлечением корней, удивлялся, почему индусы не шли дальше прямоугольника $\sqrt{5}$. В действительности же причина этого заключается в том, что наши знания о применении индусами этих форм основываются на пережитках древних строительных приемов. Для индусов не было необходимости итти дальше построения прямоугольника $\sqrt{5}$ потому, что площадь этого прямоугольника содержит все „секреты" храмовой архитектуры, основанной на динамической симметрии.

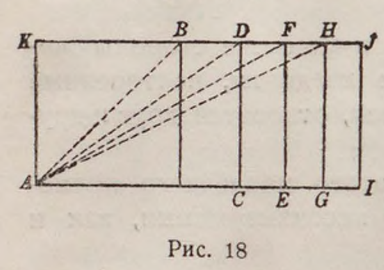


Рис. 18

Отношения $\sqrt{5}$, так же, как и отношения $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$, являются несоизмеримыми в области линейных построений.

Платон приводит нам интересный пример юношей, изучающих в академии арифметику при помощи геометрических построений, связанных с извлечением корней. Для греков было обычным изучать арифметику при посредстве геометрических чертежей. Если мы будем учиться арифметике этим же способом и применим те же чертежи, то результатом этого явится динамическая симметрия.[6]

AB на рис. 18 есть квадрат; при помощи диагонали квадрата *AB* определяется точка *C*.

AD — прямоугольник $\sqrt{2}$, а точка *E* определяется диагональю *AD*.

AF является прямоугольником $\sqrt{3}$, *AF* равно *AG*.

AH — прямоугольник $\sqrt{4}$ (или два квадрата).

AJ является прямоугольником $\sqrt{5}$ и *AH* равно *AI*.

Этот процесс может быть продолжен до бесконечности. Фрагмент из „Теэтета" Платона говорит нам об учениках,

определяющих площади наших прямоугольников вплоть до прямоугольника $\sqrt{17}$. Но, как уже сказано, целостная идея динамики содержится в построении прямоугольника $\sqrt{5}$. Таким образом, для изучения произведений искусства нет необходимости итти далее этого прямоугольника. Все вышеприведенные площади *больше* квадрата. Метод построения площадей *меньше* квадрата будет разъяснен в другой главе.

Одно из интереснейших свойств динамической симметрии — это ее связь с явлениями роста растений. Мы уже видели, что статическая симметрия представлена в природе строением кристаллов. Но эта симметрия, как указывает самое ее название, является пассивной, в известном смысле неподвижной, симметрией. Симметрия растущего растения, напротив, является активной; это — симметрия движения. Не существенно, что динамическая симметрия применена в неподвижном объекте — чертеже или здании: пропорции, получаемые при ее применении, имеют тот же неуловимый „активный" гармонический характер, который присущ растениям.

Автор не сомневается в том, что высшая гармония греческого искусства лучшего периода его развития в значительной мере обусловлена именно динамической симметрией.

Глубокое знание симметрических построений позволяет художнику развернуть высокий полет воображения. Более того, такая симметрия позволяет ему достичь высокого технического совершенства и законченности при осуществлении своих замыслов.

В настоящее время мы должны признать, что, прежде чем достичь адэкватного выражения наших художественных идеалов, мы должны приобрести больше мастерства в области технических процессов.

Осуществление симметрии — технический процесс первостепенного значения.

Настоятельно необходимо, однако, чтобы наши технические процессы были действительно разумны. Они должны иметь свое естественное обоснование и быть выше всякого

подозрения в отношения личных формул или рецептур. Динамическая симметрия отвечает этому требованию, благодаря ее тесной связи с общим законом распределения листвы растений. Так как изучение строения растений и раковин привело автора к открытию закона динамической симметрии, то возможно, что это же изучение поможет художнику в применении им динамической симметрии. Поэтому полезно быть знакомым с принципами распределения листвы.

В сравнительно очень недавнее время ботаники сделали поразительное открытие, что листья на растениях распределяются по определенному закону. Растения, столь различные по своему характеру, как, например, сосна и роза, лук и капуста или кактус, расположением и распределением отдельных элементов своей формы (т. е. ветвей, листьев или семян) свидетельствуют о наличии общего для них всех закона.

Совсем недавно было установлено, что этот закон распространяется не только на наземную флору, но и на морскую. Современная наука, повидимому, натолкнулась в этих наблюдениях на один из основных законов природы. Излишне еще раз подчеркивать ценность такого закона для искусства.

Перед художником открывается широчайшая возможность применения этого общего принципа, который облегчит ему правильную передачу внешнего вида природы. Этот закон поможет художнику непосредственно подойти к причине поразительных эффектов одного из видов пропорциональности.

Перспектива является, по существу, законом пропорции, поскольку она позволяет художнику распределять взятые им из природы объекты таким образом, чтобы на картине они появлялись в нужном размере и в соответствующем взаимном расположении. Но в общем процессе создания картины перспектива составляет лишь один из элементов и лишь в очень небольшой степени полезна для нас, например в чертеже. В области художественного ремесла, при создании конкретных предметов трех измерений, она

не оказывает никакой помощи. Если мы хотим, например создать вазу, здание, ковер, стол или любой другой предмет, в которых важнее всего дать хороший рисунок, то в этих случаях перспектива нам не поможет.

Само собой понятно, что художник, хорошо знакомый с принципами перспективы, не вычерчивает своих линий с математической точностью, если от него не требуют чисто формального рисунка. Имея в виду законы перспективы, художник создает свой рисунок от руки, свободно и непринужденно. Мы, однако, знаем также, что если художник незнаком с перспективой, то он делает грубейшие ошибки, которые препятствуют ему воплотить его художественный замысел. Все, что можно сказать о перспективе, относится в равной мере и к симметрии. В отличие от перспективы симметрия является методом определения пропорциональных взаимоотношений между элементами формы в двух измерениях. Симметрия может быть применена к любому рисунку, в связи с чем она имеет значительно большую ценность, чем перспектива. Злоупотребление перспективой в картине неизбежно приводит к излишнему натурализму, а следовательно, и к потере рисунка. Между тем, наличие хорошего рисунка значительно более ценно в картине, чем наличие хорошей перспективы.

Подобно перспективе, симметрия может быть передана свободно или установлена с формальной точностью. Этюды Виллара де Гоннекура и Леонардо да Винчи сделаны от руки. Композиция Микельанджело является точной, поскольку линии определены при помощи инструментов. Но Микельанджело оставил нам и другие рисунки, в которых симметрия дана от руки.

За последние годы внимание художников было привлечено значительностью и красотой работ ранних итальянцев. Одним из величайших достоинств работ, например, Джотто является правильность симметрии и обусловленная ею сила рисунка. Перспектива имеет в работах Джотто второстепенное значение.

ГЛАВА 3

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ И ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИСТВЫ

Ботаники приводят диск подсолнечника (рис. 7) в качестве иллюстрации закона распределения листвы. Подсолнечник обнаруживает общую закономерность главным образом в двух измерениях.

Семена расположены по диску подсолнечника в гнездах ромбоидальной формы, а общий комплекс этих гнезд образует рисунок пересекающихся кривых; весь рисунок, таким образом, несколько напоминает старомодную чеканку на часовых крышках. Этот рисунок кривых линий является интересной и характерной чертой распределения семян подсолнечника.

Первое. Кривая сама по себе принадлежит к определенному типу кривых линий. Она походит на кривую роста раковины (рис. 6), она правильна и обладает некоторыми математическими свойствами. Эти свойства являются необходимым следствием *единообразного роста,* как это будет показано ниже.

Второе. Сосчитав эти кривые, мы увидим, что нормальный диск подсолнечника, имеющий пять или шесть дюймов в диаметре, насчитывает их 89; из них в одну сторону закручивается 55, а в другую — 34. Другими словами, нормальная головка подсолнечника дает нам 55 кривых, пересекающих 34 других кривых. Запишем эти два числа: 34 + 55. Ниже верхнего цветка стебля обычно размещены второстепенные цветы, меньшие по размеру. Числа пересекающихся кривых на дисках этих цветов обычно 21 + 34. Еще ниже на стебле могут быть расположены третьестепенные цветы позднего развития. В них число пересекающихся кривых будет 13 + 21.

В Оксфорде (Англия) специально культивировали подсолнечники, чтобы получить диски сверх нормальной величины; числа пересекающихся кривых в этих случаях возра-

стали от 34+55 до 55+89. Профессор Артур X. Чёрч (A. H. Church), выдающийся современный авторитет в этой интересной области, сообщает о гигантском диске подсолнечника, выращенного в Оксфорде; число пересекающихся кривых в нем было 89+144.

Вокруг комплекса семян на диске цветка расположены мелкие листочки. Подобно семенам, они дают пересекающиеся кривые; обычно их 5+8.

Если сосчитать действительное число листьев, расположенных на стебле растения, начиная снизу и до диска цветка, то мы обнаружим следующее: по мере нашего движения вокруг стебля мы неизбежно минуем определенное число листьев, прежде чем найдем лист, точно расположенный над первым листом; мы найдем, что это число и число оборотов вокруг стебля является постоянным для всех расположений листьев. Эти числа будут числами пересечения кривых и принадлежат к тем же рядам чисел, которые дают семена и мелкие листочки.

Числа, на которые мы указывали, принадлежат к так называемым аддитивным рядам, в которых каждое число является суммой предшествующих, в нашем случае — суммой *двух* предшествующих чисел.

Этот ряд чисел следующий: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 и т. д.

Каждый член этого ряда получается путем сложения двух предыдущих членов.

Если мы возьмем любые два члена этого ряда, начиная с 34 и 21, и разделим их один на другой, например 55 на 34, то мы получим отношение, которое является постоянным для всего ряда. Другими словами, каждое большее число, будучи разделено на меньшее число, непосредственно ему предшествующее, дает то же отношение.

Это отношение есть 1,618..., т. е. число с бесконечной дробью.

Если мы произведем обратную операцию и разделим 34 на 55, то получим число 0,618....

Следует заметить, что разница между этими двумя результатами составляет единицу.

Следует также заметить, что, производя оба эти деления, мы допускаем небольшую ошибку. Это происходит оттого, что самый ряд является не вполне точным, будучи выражен *целыми* числами, тогда как в нем содержатся очень мелкие дроби. Но так как ошибка исчезает при наблюдении над живым растением, то для упрощения мы оставляем целые числа.

Очень интересно, что это отношение (1,618 или 0,618) привлекало усиленное внимание древних греков. Греки могли не иметь при этом представления о том, что данное отношение связано со строением растений.

Это отношение было названо греками *крайним и средним отношением.*

В средние века этому отношению было дано наименование „божественного сечения" и в более позднее время — „золотого сечения".

Греческое название лучше других, потому что оно точно выражает отношение и не впадает в сентиментальный мистицизм. Греки всегда стремились к точности и ясности; они твердо были убеждены в том, что если что-либо не может быть точно выражено, оно остается непонятным. Всякого рода мистицизм был для них отвратителен; мы говорим, конечно, о просвещенных греках.

Необходимо подчеркнуть связь этого отношения с прямоугольником $\sqrt{5}$ и с исключительными свойствами последнего в качестве прямоугольной площади.

Следует вспомнить, что это отношение 1,618 : 1, повидимому, лежит в основе распределения листвы.

Число, выражающее $\sqrt{5}$, есть 2,236 ...; при вычислении дроби до шестого знака это дает 2,236068. Будучи помножено само на себя, это число равняется 5. Если мы вычтем число 1,618 из 2,236, то остаток будет 0,618.

Это указывает на какую-то определенную связь, существующую между 1,618, или 0,618, и $\sqrt{5}$, или 2,236.

Эта связь совершенно бесспорна, поскольку можно доказать, что 1,618, или 0,618, в качестве отношения сторон прямоугольника является крайне важной производной площади прямоугольника $\sqrt{5}$.

ПЛОЩАДЬ ПРЯМОУГОЛЬНИКА $\sqrt{5}$ И ЕЕ РИТМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Теперь мы можем приступить к рассмотрению ритмических свойств площади прямоугольника $\sqrt{5}$.

Как было показано выше, площадь прямоугольника $\sqrt{5}$ может быть образована из 1,618 + 0,618; или же можно помножить 0,618 на 2, чтобы получить 1,236. Если к этому числу прибавить единицу, то сумма будет равна 2,236.

Предположим, что единица выражает площадь квадрата. Если мы вычтем площадь квадрата из площади прямоугольника $\sqrt{5}$, то в остатке будем иметь два прямоугольника, основанных на отношении 0,618

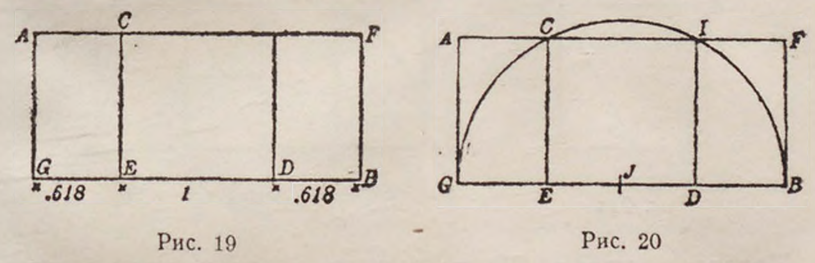


Рис. 19

Рис. 20

Начертим прямоугольник $\sqrt{5}$ и для удобства изображения поместим квадрат в центр этой площади (рис. 19 и 20).

На рис. 19 *AB* есть прямоугольник $\sqrt{5}$. Линия *AG* равна единице, в то время как *GB* равняется $\sqrt{5}$, или 2,236.

Как было показано, мы можем построить наш прямоугольник геометрически, взяв *AG* в качестве стороны квадрата, а *GB* в качестве диагонали двух таких квадратов. Мы можем также применить десятичную шкалу и взять *AG* в качестве любой единицы длины, а линию *GB* рассматривать как *AG*, помноженную на 2,236. Например, если *AG* взять равной 1, то по этой шкале *GB* равна 2,236. Если же мы примем *AG*, например, за 8, то *GB* будет равна 8 × 2,236, или 17,888... (Лучшим масштабом для этой цели является метрическая шкала.) Применение масштаба влечет за собой, конечно, применение арифметики. При наличии такого масштаба мы можем построить все динамические площади с ошибкой меньше 1 мм, что в большинстве случаев является при черчении ошибкой допустимой.

Возьмем площадь прямоугольника $\sqrt{5}$ и проведем в ней вспомогательные линии, показанные на рис. 20.

Разделим сторону *GB* прямоугольника $\sqrt{5}$ на две равные части, чтобы определить точку *J*. Затем при помощи циркуля опишем полуокружность *GCIB*. Следует заметить, что полуокружность пройдет в точности через вершины двух углов центрального квадрата.

Это построение дает нам другой способ для начертания прямоугольника $\sqrt{5}$. Способ этот чрезвычайно прост; процесс сводится к следующему:

Начертим любой квадрат, например квадрат *AB* на рис. 21*a*, и разделим одну из его сторон пополам в точке *C*.

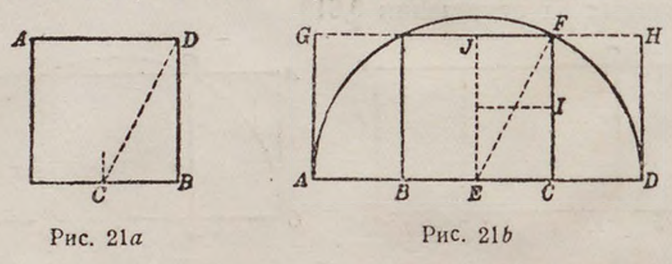


Рис. 21*a* Рис. 21*b*

Проведем линию *CD* и, приняв ее за радиус, опишем полуокружность, как указано на рис. 21*b*.

Продолжим сторону квадрата *BC* до точек *A* и *D*. Начертим линии *AG* и *DH*, обе равные стороне *BC*, и закончим прямоугольник.

Заметим следующее: площадь *EF*, будучи равной половине площади квадрата *BF*, состоит из площадей двух квадратов: *EI* и *IJ*. Другими словами, линия *EF* является диагональю прямоугольника, состоящего из двух квадратов.

Теперь мы можем более тщательно рассмотреть отношение 1,618 на примере прямоугольника. Вначале мы проделаем это при помощи арифметики.

Несомненно, читателям уже приходило в голову, что числа, выражающие структуру листьев растений, должны обладать особым свойством. Оно выражается в известной мере в отношении 1,618, или 0,618, и в его соотношении с единицей. Как мы видели, если разделить, начиная с 34 и

21, одно из чисел ряда на соседнее меньшее число, то мы получим 1,618. Путем обратного процесса получим 0,618. Мы получили бы тот же результат, если бы разделили единицу на это отношение.

Единица, разделенная на 1,618, дает 0,618 и т. д.

Когда мы делим единицу на какое-либо число, то в результате мы получаем то, что называется в математике обратным числом Эти обратные числа весьма полезны при вычислениях. Составлены целые таблицы таких дробей, которые применяются для сокращения математических операций. Эти таблицы служат для нахождения числа, обратного данному. Например, если мы хотим разделить одно число на другое, то правильный результат мы можем получить путем *умножения* числа, подлежащего делению, на дробь, обратную делителю. Число 3,236, будучи разделено на 1,618, дает 2, и 3,236, будучи помножено на 0,618, также дает 2. Художник будет, однако, заинтересован в применении обратных чисел с другой точки зрения, или точнее — по другой причине.

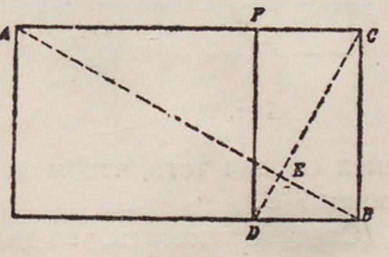


Рис. 22

Причина эта заключается в том, что наряду с обратными числами существуют также и обратные геометрические фигуры. Они неизвестны современным художникам. Между тем, они очень ценны, так как дают динамический метод получения *подобных фигур* путем геометрического построения. Этот метод показан на рис. 22.

AB является диагональю любого прямоугольника. *CD* — линия, проведенная из любого угла (в нашем случае из угла *C*) и пересекающая диагональ под прямым углом (в данном примере в точке *E*).

Площадь *DC*, или *FB*, является обратной величиной по отношению к площади *AB* и вместе с тем подобна прямоугольнику *AB*.

С точки зрения геометрии нет никакой разницы в том, производим ли мы наши построения в пределах площади

AB или площади *DC*. Эти площади представляют собой одну и ту же геометрическую фигуру, но различаются друг от друга по величине; любые построения, произведенные внутри одной из этих площадей, будут иметь силу и для другой.

Начертим квадрат *AB* (рис. 23*a*) и разделим пополам сторону *CB* в точке *D*. Начертим линию *DE* и воспользуемся ею для того, чтобы найти точку *F*. Линия *DF* равна линии *DE*.

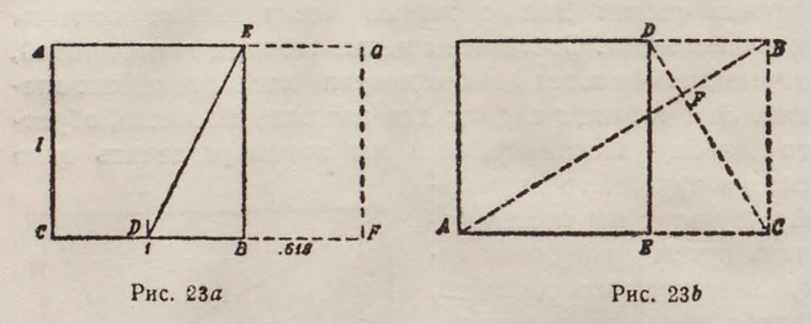


Рис. 23*a*

Рис. 23*b*

(Следует отметить, что данное построение подобно тому, которое было дано для построения прямоугольника $\sqrt{5}$.)

Начертив линии *FG* и *GE*, закончим построение прямоугольника.

На рис. 23*b* проведем диагональ *AB* и из одного из углов прямоугольника — линию *CD*, с тем расчетом, чтобы последняя пересекла линию *AB* под прямым углом к ней в точке *F*. Площадь *CD*, или *EB*, есть величина, обратная площади *AB*.

Мы видим, что фигура *AD* на рис. 23*b* подобна фигуре *AB*, или *CE*, на рис. 23*a*, другими словами, что *AD*—квадрат. Прямоугольник *DC* на рис. 23*b* подобен прямоугольнику *BG* на рис. 23*a*.

Если мы выразим в числах большую и малую стороны прямоугольника 1,618 на рис. 23*a*, то $AC=1$, $CF=1{,}618$ и $CB=1$.

Мы можем усмотреть из вышеприведенного чертежа, что площадь, обратная прямоугольнику 1,618 (или, иначе, прямоугольнику золотого сечения), *отсекает квадрат* от

первоначальной фигуры. Это — единственный прямоугольник, в котором это имеет место.

Мы могли бы принять линию *AC* равной 34 единицам, и линию *CF* — равной 55 единицам; результат был бы тот же самый.

Мы можем продолжить эту операцию и определить ряд *последовательных обратных площадей*, как указано на рис. 24.

AB на рис. 24 — прямоугольник 1,618, а *CD* является его обратной площадью.

Линия *DO* пересекает линию *AB* в точке *E*. *AD* есть квадрат.

Проведем линию *EF*: фигура *EC* будет квадратом.

Линия *EF* пересекает линию *CD* в точке *G*. Начертим линию *GH*, и фигура *GB* будет квадратом.

Линия *GH* пересекает линию *EB* в точке *I*; площадь *ID* — квадрат.

Мы могли бы продолжить этот процесс отсечения квадратов вокруг точки пересечения двух диагоналей *AB* и *CD* до бесконечности. Теоретически мы все же никогда не достигнем этой точки.

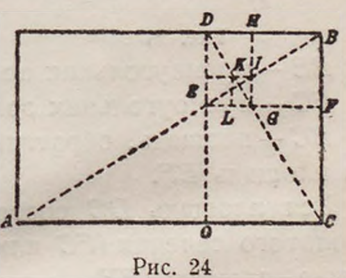


Рис. 24

Линия *AC* разделена в точке *O* в *крайнем и среднем отношении* древних греков.

Теперь приступим к рассмотрению фигуры, построенной на этой линии. Ввиду результатов, полученных нами на рис. 24, где ряд последовательных обратных площадей отсекает квадраты, эта фигура была названа прямоугольником динамических квадратов. Этот прямоугольник золотого сечения, площадь которого определяется двумя числами аддитивного ряда, может быть подразделен на ряд квадратов, имеющих закономерное отношение друг к другу и принимающих форму прямоугольной спирали.

Читатель должен изучить прямоугольник золотого сечения так же основательно, как и прямоугольник $\sqrt{5}$. Обе эти фигуры обладают своеобразным свойством возрождения:

они могут быть расчленены самым различным образом; число этих возможностей расчленения бесконечно, и тем не менее каждая геометрическая фигура, получающаяся в результате такого расчленения, может быть и самодовлеющей формой. Подобно тому, как зерно растения произрастает и развивается в самостоятельное растение, совершенно так же и наш прямоугольник как бы наделен жизнью; симметрия этой геометрической формы является живой, движущейся, динамической.

Мы уже видели, что площадь прямоугольника $\sqrt{5}$ может быть выражена как 0,618 + 1 + 0,618. На рис. 25 показаны еще и другие ритмические свойства этого прямоугольника.

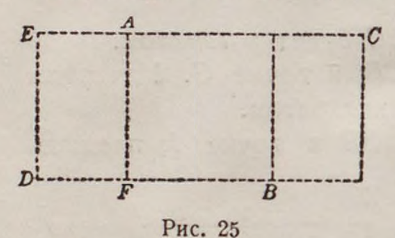


Рис. 25

AB — квадрат.

EF — прямоугольник золотого сечения.

BC — прямоугольник золотого сечения.

BE — прямоугольник золотого сечения.

FC — прямоугольник золотого сечения.

BC — площадь, обратная по отношению к *FC*; такова же и площадь *EF*.

Вся площадь *DC* состоит из площади прямоугольника золотого сечения (*FC* или *BE*) плюс обратная ей по величине площадь (*EF*).

Линия *DF* равна 0,618, *FB* равна 1.

Предположим, что мы вычтем площадь *EF* из площади квадрата *AB*. Получится остаток, который будет выражаться разностью между 0,618 и 1, т. е. будет равен 0,382.

0,382 есть *обратное число*, потому что оно меньше единицы, или квадрата.

Чтобы узнать, по отношению к какому числу, большему, чем единица, 0,382 является обратным числом, разделим единицу на эту дробь; получаем 2,618.

Следовательно, 0,382 обратно к площади, равной 1,618 + + 1 (или квадрат). Мы можем также сказать, что эта площадь равна двум квадратам плюс прямоугольник золотого сечения (т. е. 2 + 0,618).

Отметим, что если 1,618 помножить само на себя, или возвести в квадрат, то в результате получится 2,618. Эту особенность мы рассмотрим более подробно позднее, когда займемся дальнейшим исследованием чисел, выражающих закон распределения листвы.

МЕТОД ПРИЛОЖЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ

Древние греки открыли метод геометрического анализа, который они назвали методом „приложения площадей". Этот метод очень ценен для динамического анализа.

Греки рассуждали следующим образом: если одну площадь наложить на другую, то возможны три случая: наложенная площадь будет либо меньше другой, либо равной ей, либо будет ее превосходить. В первом случае площадь считалась эллиптической, во втором — параболической, в третьем — гиперболической.[7]

Позднее, когда были найдены кривые конических сечений, эти наименования были даны новым кривым и дошли до нас в качестве эллипса, параболы и гиперболы.

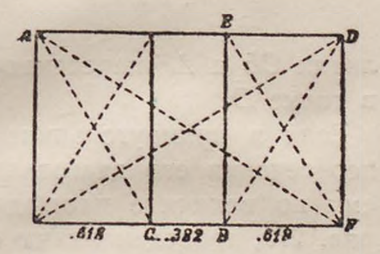


Рис. 26

Если на меньшей стороне прямоугольника золотого сечения построить квадрат, то последний окажется по своей площади меньше той площади, к которой он приложен, на величину прямоугольника 0,618. Если построить квадрат на другой малой стороне того же прямоугольника золотого сечения, то он перекроет первый квадрат на величину прямоугольника 0,382 (рис. 26).

AB — квадрат, построенный на меньшей стороне прямоугольника золотого сечения *AF*.

CD — квадрат, построенный на другой меньшей стороне того же прямоугольника золотого сечения.

Площадь *CE* получилась в результате перекрытия в нашем прямоугольнике первого квадрата вторым.

Прямоугольник золотого сечения равен по площади двум своим обратным площадям (т. е. $0{,}618 \times 2) + 0{,}382$.

Пунктирные линии указывают диагонали всей фигуры и диагонали двух ее обратных площадей.

Площади, имеющие общие диагонали, являются фигурами подобными.

На рис. 27*a* прямоугольники *CD*, *DA*, *DE* и *DF* подобны общему прямоугольнику *CE* и друг другу, при условии, что

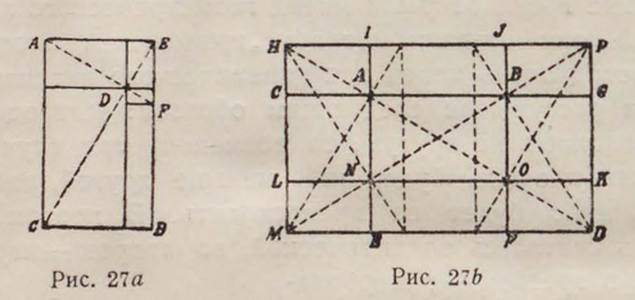


Рис. 27*a* Рис. 27*b*

линии *CE* и *AF* пересекают друг друга под прямым углом в точке *D*.

Если в прямоугольнике золотого сечения через точку пересечения его диагоналей с диагоналями двух обратных ему по величине площадей, т. е. через точки *A* и *B* на рис. 27*b*, проведем линию *CG*, параллельную большим сторонам большого прямоугольника, то *CD* будет прямоугольником $\sqrt{5}$, который состоит из двух прямоугольников золотого сечения *CE* и *FG* и квадрата *EB*. Если линию *EA* продолжить до точки *I*, то *HE* тоже будет прямоугольником $\sqrt{5}$, состоящим из квадрата *LA* и двух прямоугольников золотого сечения *HA* и *MN*.

JD — тоже прямоугольник $\sqrt{5}$, так же как *HK* или *LP*.

Рассмотрим подробнее рис. 27*b*.

Если *HE* и *FP* являются прямоугольниками $\sqrt{5}$, то что представляет собой площадь *IF* или *JE*? Мы ответим на этот вопрос при помощи арифметики.

HM является меньшей стороной основного прямоугольника золотого сечения *HD*; другими словами, эта сторона равна 1, в то время как сторона, или линия, *MD* равна 1,618.

HM является большей стороной прямоугольника $\sqrt{5}$ *HE*; но эта сторона равна единице по отношению к основной фигуре *HD*. Следовательно, меньшая сторона прямоугольника $\sqrt{5}$, *ME* — меньше единицы.

Мы находим длину этой линии, разделив единицу на $\sqrt{5}$, т. е. 1 на 2,236. Это составит 0,4472. Эта дробь является обратным числом для 2,236, или для прямоугольника $\sqrt{5}$, и, следовательно, определяет собой площадь прямоугольника $\sqrt{5}$.

2,236 и 0,4472 являются числами, определяющими прямоугольник $\sqrt{5}$. Единственное различие здесь — в размере и положении, самые же фигуры подобны. Отрезки *ME* и *FD* равны каждый 0,4472 или, будучи сложенными вместе, в сумме равны 0,8944.

Если вычесть 0,8944 из 1,618, т. е. из длины линии *MD*, то длина *EF* выразится в 0,7236.

Это число, однако, меньше единицы и должно поэтому представлять собой обратное число по отношению к какому-то числу, большему, чем единица.

Если разделить 1 на 0,7236, то мы получим 1,382, т. е. квадрат плюс площадь 0,382.

Другими словами, *NJ* является квадратом, а *NF* — площадью 0,382.

Если *AF* и *NJ* являются квадратами, то *AO* является площадью, общей им обоим. Действительно, площадь *AO* получилась в результате перекрытия этих двух квадратов друг другом. Площадь *AO* имеет диагонали *AO* и *NB*, составляющие части диагоналей всего прямоугольника *HD*.

Поэтому *AO* (или *NB*) является прямоугольником золотого сечения.

Теперь рассмотрим прямоугольник 1,382 *EJ*, обратным числом которого является 0,7236. В данном случае примем *EF* за единицу, а *IE* — за 1,382.

$AE = 1$; $AN = 0{,}618$; $NE = 0{,}382$.

0,618, будучи вычтено из 1,382, дает в остатке 0,764 или что то же, $0{,}382 \times 2$.

Если сложить обе площади *AJ* и *NF*, то в итоге мы получим прямоугольник 0,764. Эта дробь является обратным

числом для 1,309, т. е. определяет прямоугольник, объяснение которого мы дадим ниже.

Кривая роста, которую мы наблюдаем и в растениях и в раковинах (ср. рис. 6), является логарифмической спиралью, или спиралью постоянного угла, как она называется в математике. Для художника нет необходимости изучать математические свойства этой интересной кривой, поскольку художники пользовались ею в своих рисунках задолго до того, как эти свойства были открыты, и до того, как этой спирали было присвоено ее современное название. Все то,

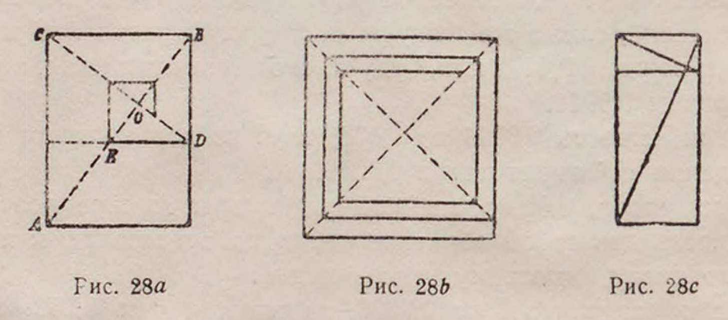


Рис. 28*a* Рис. 28*b* Рис. 28*c*

что в этой кривой имеет чисто художественное значение, может быть построено и применено на практике при помощи прямого угла и наугольника. Древние греки называли его гномон, т. е. „то, через посредство чего что-либо познается“. Так, например стрелка солнечных часов является гномоном.[8]

Важным для художника является следующий вопрос: *каким путем принцип роста может быть практически введен в нарисованные прямоугольники?*

Это достигается путем установления обратной по величине площади.

Диагонали прямоугольника и диагонали обратной ему по величине площади пересекаются под прямым углом.

Это относится к любому прямоугольнику, как к широкому, так и к узкому.

Рис. 28*a* изображает любой прямоугольник, рис. 28*b* — широкий прямоугольник, рис. 28*c* — узкий прямоугольник.

Две диагонали *AB* и *CD* (рис. 28*a*) вносят в прямоугольник закон пропорции.

AC относится к *CB*, как *CB* к *BD*, как *BD* к *DE*; совершенно так же *OD* относится к *OB*, как *OB* относится к *OC*, как *OC* относится к *OA*. Это — простая непрерывная пропорция, графическая иллюстрация тройного правила.

Методы, позволяющие применять эти соотношения в художественных целях, будут подробно объяснены ниже.

На рис. 29*a* изображена спираль раковины.

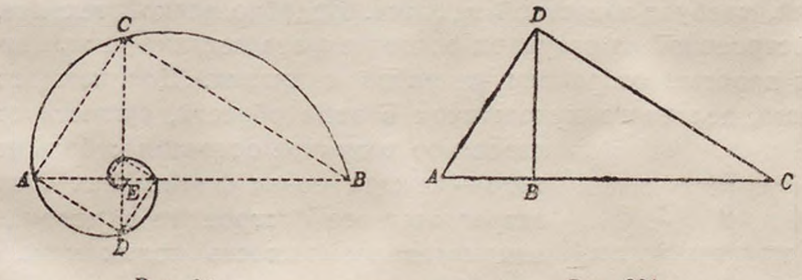


Рис. 29*a* Рис. 29*b*

Характерным математическим свойством этой кривой является то, что линия *EC* есть средняя пропорциональная линий *EA* и *EB*. Она может рассматриваться в качестве второго члена простой трехчастной пропорции.

E является полюсом данной кривой. Линии *AB* и *DC* проведены через полюс под прямым углом друг к другу. При таком положении прямых *EA*, *EC* и *EB* прямые *AC* и *CB* образуют прямой угол в точке *C*. Этот факт позволяет нам транспонировать кривую роста в прямоугольную спираль и сохранить в ней все то, что имеет для нас художественное значение.

Греки сделали то же открытие, когда заметили, что линия *BD* на рис. 29*b* является средней пропорциональной отрезков *BA* и *BC*, при условии, что *ADC* есть прямой угол.

В природе эта спираль является показателем однородного роста. Если клеточки рождаются в условиях однородного течения времени и если импульс роста также является однородным, то в результате получается известное число клеточек, которые могут принять форму конуса. Если представить себе конус закругленным вокруг своей оси, то он образует спираль, подобную спирали раковины.

ГЛАВА 4

ГРЕЧЕСКАЯ ЧАША, КАК ПРИМЕР КОМПОЗИЦИИ, ОСНОВАННОЙ НА ПРЯМОУГОЛЬНИКЕ $\sqrt{5}$

Такое тщательное изучение основных принципов динамической симметрии совершенно необходимо, так как умение, в целях художественной композиции, оперировать с геометрическими фигурами, вытекающими из закона роста растений, требует известной техники. Подобно всякой технике, построенной на разумном основании, эта техника не является простым собранием рецептов и правил. Для каждого шага, делаемого художником в этой области, существует известное разумное основание; больше того — каждая новая формальная идея затрагивает все построение в целом и открывает возможность новых композиционных тем.

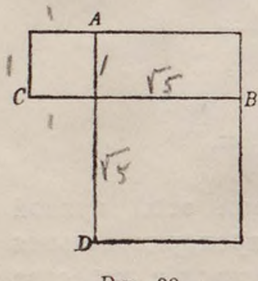


Рис. 30

Следует постоянно помнить, что площади, рассмотренные выше, сами по себе являются инертными. Они не обладают магической силой создания чего-либо из ничего. Они просто являются основанием известного метода измерения площадей, приводящего к композициям чрезвычайно высокого, если не наивысшего, типа среди всех известных до настоящего времени. Единицы динамического метода измерения при правильном их применении заставляют художника мыслить и работать в двух измерениях. Различные системы линейного измерения этим качеством не обладают. Мышление двухмерными образами побуждает к творчеству в области художественной композиции.

Как уже было показано в главе 3, строение растений основано на прямоугольнике $\sqrt{5}$.

На рис. 30 *AB* есть прямоугольник $\sqrt{5}$. *AC* — квадрат, построенный на меньшей стороне, *BD* — квадрат, построенный на большей стороне этого прямоугольника. Квадрат *BD* по своей площади в пять раз превосходит квадрат *AC*. (Известно, что число считается возведенным в квадрат, когда оно умножено само на себя.) Имея, например, площадь ква-

драта *BD* и желая установить длину ограничивающей его линии, следует найти число, которое было возведено в квадрат или было умножено само на себя; другими словами, найти квадратный корень этого числа. В данном случае нам следует найти число, которое, будучи умножено само на себя, равняется пяти, или найти $\sqrt{5}$. Из таблицы квадратных корней мы находим это число: 2,236... Будучи вычислено до седьмого знака, это число равняется 2,2360684...

Геометрически можно очень просто установить длину большой стороны прямоугольника $\sqrt{5}$: она равна диагонали двух квадратов, построенных на короткой стороне того же прямоугольника. Таков был классический метод древних греков для определения этого отрезка, как мы это видим из „Теэтета" Платона. Историки математики сообщают нам, что греки утверждали, что могут начертить квадрат, равный по площади любому кратному заданного квадрата. Как было указано в главе 2, процесс этот сводился к следующему.

Допустим, что *AB* на рис. 18 является заданным квадратом. Линия *AB* есть сторона квадрата, в два раза превосходящего по площади заданный квадрат, т. е. является $\sqrt{2}$.

При помощи отрезка *AB* находим точку *C* и строим прямоугольник *AD*. Площадь этого прямоугольника мы называем площадью $\sqrt{2}$, потому что отношение его меньшей стороны к большей его стороне то же, что отношение 1 к $\sqrt{2}$.

Линия *AD*, являющаяся диагональю прямоугольника $\sqrt{2}$, равна отрезку *AE*, который определяет собой прямоугольник *AF*. Это — прямоугольник $\sqrt{3}$.

Диагональ *AF* равна *AG*; *AH* является прямоугольником $\sqrt{4}$, или, что то же, он равен двум квадратам; $\sqrt{4} = 2$.

Отрезок *AH* равен отрезку *AI*, а прямоугольник *AJ* есть прямоугольник $\sqrt{5}$.

Процесс динамической симметрии сводится к измерению путем геометрического построения. Другими словами, единицы площади устанавливаются геометрическим путем. Когда прямоугольник золотого сечения определяется путем построения квадрата, а недостающая сверх квадрата пло-

щадь определяется диагональю половины площади квадрата, то процесс этот, конечно, чисто геометрический и, следовательно, чрезвычайно точный. Когда площадь прямоугольника золотого сечения подразделяется диагоналями и диагоналями же делится ее обратная площадь, то эти подразделения всегда выражаются в отношениях основной площади; такие подразделения могут быть, в свою очередь, вновь использованы в качестве больших прямоугольников в простой (единичной) или кратной форме. Эти новые прямоугольники таким же путем делятся вновь, как самостоятельные целые геометрические фигуры; они могут быть названы „божественными единицами формы". Кеплер, хорошо знакомый с законом пропорций прямоугольника золотого сечения, назвал его „божественным сечением". При этом Кеплер, конечно, не рассматривал этот прямоугольник как площадь и не считал его связанным с законами роста.

Целью настоящей работы является показать, как эти „божественные единицы формы" могут быть использованы в художественной композиции.

Хорошо известно, что диагонали обладают свойством сохранения пропорциональности и подобия фигур. В наше время эти линии применяются художниками и ремесленниками для увеличения и уменьшения прямоугольников. Однако современному искусству очень мало известно настоящее значение этих линий; в наше время искусство не умеет применять и использовать возможности, которые открывают диагонали обратных прямоугольных площадей и диагонали геометрических фигур, производных из основной площади.

Если мы захотим расчленить прямоугольник $\sqrt{5}$ на известное количество подразделений для использования их в качестве новых самостоятельных геометрических фигур или в качестве подразделений первоначальной площади, то эту задачу нам сильно облегчит четко разработанный метод членения геометрических площадей. Допустим, что мы построили прямоугольник $\sqrt{5}$ и рассматриваем его площадь, как состоящую из двух прямоугольников золотого

сечения, перекрывающих друг друга на величину площади квадрата, как указано на рис. 31.

AB на рис. 31 — прямоугольник $\sqrt{5}$, имеющий в центре квадрат *DC*.

AC и *DB* — прямоугольники золотого сечения.

Проводим диагонали этих двух прямоугольников так, чтобы они пересекались в точке *E*.

Помня о том, что диагонали показывают подобие фигур, мы убедимся в том, что прямоугольники *EH* и *EA* подобны прямоугольникам *IH* и *CA*.

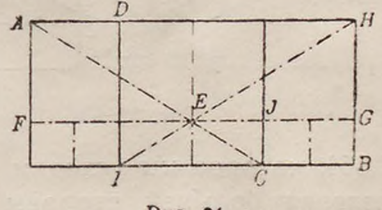


Рис. 31

Ясно также, что прямоугольники *IE* и *CE*, имеющие общие диагонали с прямоугольниками *EA* и *EH*, подобны этим двум прямоугольникам.

Весь наш прямоугольник $\sqrt{5}$ (рис. 31) подразделен теперь на четыре прямоугольника золотого сечения.

Нам остается определить природу площадей *FI* и *CG*. Это лучше всего сделать при помощи арифметики.

Если линию *AH* принять за единицу, то линия *HB* есть 0,4472 (см. в гл. 3 о дроби, обратной для прямоугольника $\sqrt{5}$).

AG равен двум прямоугольникам золотого сечения *AE* и *EH*, т. е. $1{,}618 \times 2 = 3{,}236$. Обратное число этого отношения есть дробь 0,309, т. е., другими словами, *HG* равна 0,309; разность между 0,4472 и 0,309 составляет 0,1382. Это число является обратным для 7,236.

Но *IJ* подобен *AG*, т. е. является также прямоугольником 3,236. *IJ*, или 3,236, будучи вычтен из *FB*, или 7,236, дает в остатке 4, т. е. четыре квадрата. Площади *IF* и *CG* состоят каждая из двух квадратов.

В качестве иллюстрации применения греками прямоугольника $\sqrt{5}$ и только что описанного его подразделения приведем пример древнегреческой композиции.

На рис. 32 изображена древнегреческая чаша для питья, хранящаяся в музее изящных искусств в Бостоне, одна из лучших в своем роде из ныне существующих.

Площадь AB есть прямоугольник $\sqrt{5}$, а линия, проведенная через точку E (ср. рис. 31), отмечает границу между самой чашей и ее ножкой. Другими словами, и самая чаша и ее ножка вписываются каждая в прямоугольник, состоящий из двух прямоугольников золотого сечения, а ширина основания ножки к тому же равна высоте чаши, потому что ширина основания ножки равна стороне квадрата, находящегося в центре площади AB.

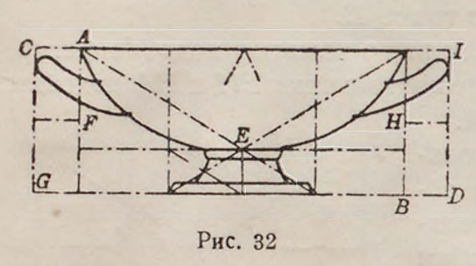


Рис. 32

Если мы включим ручки чаши, то вся площадь CD явится прямоугольником с отношением 2,854, которое мы находим путем деления CI на CG (т. е. деления большей стороны прямоугольника на меньшую его сторону).

Если вычесть 2,236 ($\sqrt{5}$) из 2,854, то остаток будет равен 0,618; этот остаток приходится на площади AG и BI, т. е. каждая из этих площадей равна: $\frac{0,618}{2} = 0,309$.

Но мы уже установили, что 0,309 есть обратное число для 3,236, или для $1,618 \times 2$. Эта простая композиция является примером подразделения площадей путем динамического метода; проделать это — быстрее и проще, чем описать. Метод определения кривых бостонской чаши и аналогичных будет изложен ниже.

РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАТНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПУТЕМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ

Как было показано в главе 3, диагональ обратного прямоугольника пересекает диагональ основного прямоугольника под прямым углом. Это обстоятельство позволяет нам путем простого построения определить обратные по величине площади.

На рис. 33*а* меньшая сторона прямоугольника, сторона AB, разделена пополам в точке C; радиусом AC (или CB)

описываем полуокружность ADB. Эта полуокружность пересекает диагональ всего прямоугольника в точке D. Линия, проведенная из точки A через точку D в точку E, является диагональю обратной по величине площади AE.

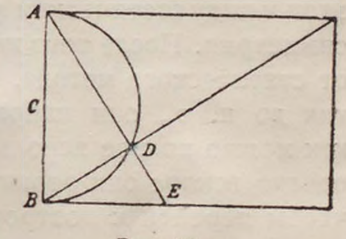


Рис. 33a

На рис. 33b квадрат AB наложен на прямоугольник золотого сечения так, что его сторона совпадает с одной из меньших сторон прямоугольника. Диагональ всего прямоугольника золотого сечения пересекает сторону квадрата AB в точке C. Проведем линию CG. Площадь DC является обратной по отношению к площади прямоугольника золотого сечения. Чтобы установить эту площадь в ее правильном положении, начертим линию DH, т. е. диагональ квадрата AB. Эта линия пересекает отрезок CG в точке E. Через точку E проведем линию FI. Прямоугольник AI является по отношению ко всему взятому нами прямоугольнику золотого сечения обратной площадью в ее правильном положении.

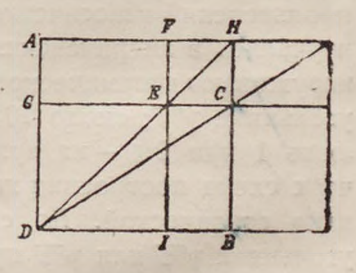


Рис. 33b

На рис. 33c проведена диагональ AB прямоугольника золотого сечения. Возьмем прямоугольный треугольник, один из катетов которого совпадает с диагональю AB, и проведем другой его катет BC. Прямоугольник BC является обратным по отношению к прямоугольнику AB и находится вне площади AB. Перенесем площадь BC в пределы площади AB.

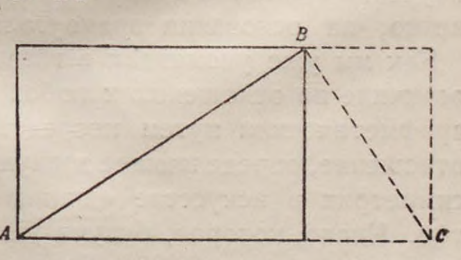


Рис. 33c

Теперь рассмотрим прямоугольники $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$ и $\sqrt{5}$,

а также отношения этих прямоугольников к их обратным прямоугольникам.

Прежде всего следует усвоить, что прямоугольники $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{4}$ представляют собой, повидимому, переходный этап между статическим и законченным динамическим типом симметрии. После того как греки отошли в своих чертежах от статического метода, приблизительно к концу VI столетия до н. э., они направили свои усилия к тому, чтобы как можно полнее использовать прямоугольники $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$; однако вскоре они отошли от этих прямоугольников, с тем чтобы перейти к построениям, основанным на прямоугольнике $\sqrt{5}$. Все же прямоугольник $\sqrt{2}$ оставался более излюбленным, чем прямоугольник $\sqrt{3}$. Из числа многих сотен произведений классического греческого искусства, которые изучались в американских и европейских музеях, 85% обнаруживают динамическое построение, основанное на прямоугольнике $\sqrt{5}$; около 10% падает на прямоугольник $\sqrt{2}$ и лишь 1 или 2% — на прямоугольник $\sqrt{3}$; в остальных случаях схема построения является или невыясненной или же явно статической. До сих пор неизвестно, чтобы прямоугольники $\sqrt{2}$ или $\sqrt{3}$ применялись древними греками при проектировании храмов. Пять больших храмов, детально изученных с точки зрения пропорций, построены, несомненно, на основании прямоугольника $\sqrt{5}$.

Как мы уже упоминали в главе 3, площадь, обратная по величине по отношению к любой площади, устанавливается арифметическим путем посредством деления единицы на отношение, определяющее данную площадь. С точки зрения симметрии в искусстве единица является всегда квадратом. Число, которое, будучи умножено само на себя, равняется пяти, есть 2,236... Если единицу разделить на это число, то мы получим 0,4472, т. е. число, являющееся обратным для прямоугольника $\sqrt{5}$. Следует отметить, что 0,4472, умноженное на 5, есть 2,236. Это показывает нам, что в площади прямоугольника $\sqrt{5}$ в точности заключаются пять площадей, обратных ему по величине.

Если мы установим эти обратные площади путем геометрического построения, что является методом, свой-

ственным художественной композиции, то мы получим тот же результат.

Если мы разделим единицу на $\sqrt{4}$, т. е. на 2, то получим 0,5. Это число, будучи умножено на 4, равняется 2. Следовательно, в площади прямоугольника $\sqrt{4}$ или в двух квадратах, заключаются четыре площади, обратных ей по величине.

$\sqrt{2}$ есть 1,4142. Разделив единицу на это число, мы получим 0,7071. Мы получим тот же результат, если разделим 1,4142 на 2. Следовательно, в площади прямоугольника $\sqrt{2}$ заключаются две обратных величины.

$\sqrt{3}$ есть 1,732... Если разделить единицу на это число, то мы получим 0,5773... Умножив это обратное число на 3, мы получим 1,732... Следовательно, в площади прямоугольника $\sqrt{3}$ заключаются три обратных величины.

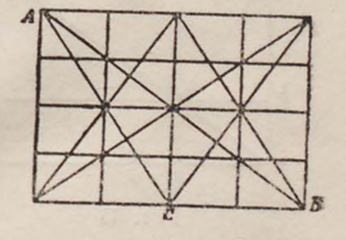


Рис. 34

Таким образом, мы видим, что дробные части исчезают, когда мы делим площади прямоугольников соответствующего корня (т. е. $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$ и т. д.) на обратные им величины. Это указывает на то, что мы можем производить деление этих фигур в их собственном отношении до бесконечности; таким способом мы можем автоматически достигнуть основного требования художественной композиции — подобия ее частей.

Рис. 34 изображает прямоугольник $\sqrt{2}$ и дает пример расчленения этой площади.

AB — прямоугольник $\sqrt{2}$; *AC* — его обратная величина, или его половина. Проведем диагонали всей фигуры и диагонали двух обратных ей площадей. Затем проведем перпендикулярные и горизонтальные линии таким образом, чтобы они пересекались с диагоналями. В результате получим деление большей площади на меньшие прямоугольники $\sqrt{2}$ или на число частей, кратное 2.

Рекомендуется начертить прямоугольники соответствующего корня (т. е. $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и т. д.), разделить их на их

обратные площади и затем произвести все деление, указанное на чертеже прямоугольника $\sqrt{2}$ (рис. 34).

Если мы проведем линии через полюс спирали или через точку пересечения диагоналей и обратных им линейных величин, как указано на рис. 35, то площади, получающиеся от подразделения основной площади прямоугольника соответствующего корня, в свою очередь делятся на кратное число частей.

AB — прямоугольник $\sqrt{2}$, *AC* — диагональ площади, обратной ему по величине; в точке *D* эта диагональ пересекает диагональ всего прямоугольника.

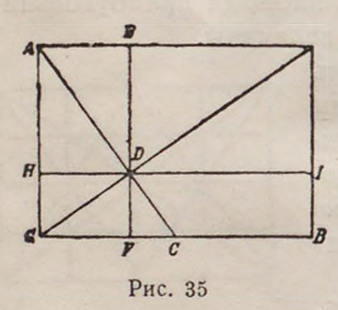


Рис. 35

Проведем линию *EF* через точку *D* перпендикулярно к линии *FB*. Площадь *AF* равняется $^1/_3$ площади *AB*.

Проведем линию *HI* через точку *D* перпендикулярно к линии *AG*. Линия *HG* есть $^1/_3$ линии *AG*.

Продолжая этот процесс, можно подразделить площадь прямоугольника $\sqrt{2}$ на бесконечное число прямоугольников, подобных основной фигуре, причем это число частей будет всегда кратным 3.

При помощи того же приема мы можем подразделять до бесконечности площадь прямоугольника $\sqrt{3}$ на прямоугольники, ему подобные, при числе частей, кратном 4. Тем же путем мы можем производить деление площади прямоугольников $\sqrt{4}$ и $\sqrt{5}$ на число частей, кратное 5 и 6.

Таким образом, мы видим, что площади наших основных прямоугольников $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$ могут быть автоматически разделены на следующее кратное число частей:

прямоугольник $\sqrt{2}$ — на число частей, кратное 2 и 3,
,, $\sqrt{3}$ — ,, ,, ,, ,, 3 и 4,
,, $\sqrt{4}$ — ,, ,, ,, ,, 4 и 5,
,, $\sqrt{5}$ — ,, ,, ,, ,, 5 и 6.

Этот метод находится в полном соответствии с известным геометрическим процессом.

Если мы возьмем любой прямоугольник и проведем диа-

гональ всей фигуры и диагональ ее половины, то пересечение этих линий дает нам деление основной фигуры на соответствующее число частей (см. рис. 36).

AB — любой прямоугольник, разделенный линией *CD* на две равные части.

AC — диагональ прямоугольника *AC*. Эта диагональ пересекает диагональ всей фигуры в точке *H*. Линия, проведенная через точку *H*, отсекает от прямоугольника *AB* одну третью часть.

Линия *AE* пересекает диагональ всей фигуры в точке *I*.

Линия, проведенная через точку *I*, отсекает от прямоугольника *AB* одну четвертую часть.

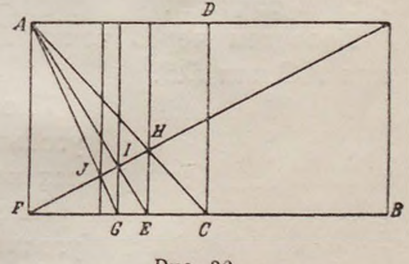


Рис. 36

Диагональ прямоугольника *AG* определяет точку пересечения *J* и отделяет от прямоугольника *AB* одну пятую часть и т д.

Этот процесс не является тем не менее динамическим, и, применяя его, мы не достигаем тех художественно-композиционных результатов, которые мы получим, применяя прямоугольники $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$.

Желательно запомнить следующие числовые отношения прямоугольников соответствующего корня к их обратным числам, приведенным в этой главе:

прямоугольник $\sqrt{2}$ равняется 1,4142; обратное число 0,7071;
,, $\sqrt{3}$,, 1,732; „ „ 0,5773;
,, $\sqrt{4}$,, 2; „ „ 0,5;
,, $\sqrt{5}$,, 2,236; „ „ 0,4472;

прямоугольник золотого сечения равняется 1,618; обратное число 0,618.

ГЛАВА 5

ПОСТРОЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ СХЕМ

До сих пор мы рассматривали прямоугольники больше квадрата или единицы и их отношения. Однако площадь любого прямоугольника больше квадрата имеет обратную величи-

ну меньше площади квадрата (см. предыдущую главу — о методах определения обратных площадей).

Нам нужен, следовательно, простой геометрический метод для определения динамических прямоугольников в *пределах* площади квадрата. Это достигается следующим построением.

Начертим квадрат *AB* (рис. 37) и, взяв сторону *DB* за радиус, опишем $^1/_4$ окружности *AEB*.

DC есть диагональ квадрата *AB*; она пересекает дугу *AEB* в точке *E*.

Проведем через точку *E* линию *FG*, параллельную линии *AC* или *DB*.

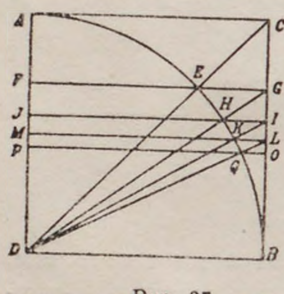


Рис. 37

Площадь *DG* есть площадь прямоугольника $\sqrt{2}$, находящегося в пределах квадрата *AB*.

Линия *DG* есть диагональ прямоугольника $\sqrt{2}$; она пересекает дугу *AEB* в точке *H*.

Проведем через точку *H* линию *JI*.

DI есть прямоугольник $\sqrt{3}$, и его диагональ пересекает дугу *AEB* в точке *K*.

Линия *ML*, проведенная через точку *K*, ограничивает прямоугольник $\sqrt{4}$, состоящий из двух квадратов.

Диагональ прямоугольника $\sqrt{4}$ *DL* пересекает дугу *AEB* в точке *Q* и определяет линию *PO*.

DO есть прямоугольник $\sqrt{5}$.

Таким образом, мы рассмотрели основные прямоугольники динамической симметрии, т. е. прямоугольники $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$ и $\sqrt{5}$, обратные им по величине площади и метод установления последних в пределах площади, принятой за единицу, а также некоторые из тех сложных форм, которые вытекают из прямоугольника $\sqrt{5}$.

Мы теперь подготовлены к тому, чтобы подойти к рассмотрению дополнительных площадей. Обратная и дополнительная площади тесно связаны со своим прямоугольником.

Каждый прямоугольник имеет свою дополнительную

площадь и дополнительную площадь своей обратной площади.

Дополнительной площадью называется та площадь, которая выражает разницу между прямоугольником и единицей. Мы находим ее арифметически путем деления единицы на нужное число, что дает обратное число, и путем вычитания этого обратного числа из единицы.

За единицу мы принимаем квадрат; чтобы определить дополнительную площадь любого прямоугольника, достаточно построить квадрат, имеющий одну сторону, общую со стороной этого прямоугольника.

AB на рис. 38 представляет собой любой прямоугольник, а *DC* является квадратом, построенным на стороне *DB*.

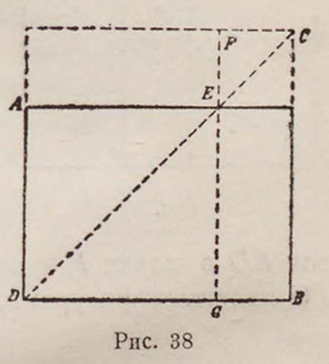


Рис. 38

Площадь *AC* есть дополнительная площадь по отношению к площади *AB*.

Если площадь *AB* является динамической, то такова же и площадь *AC*. Проведя диагональ квадрата *DC*, мы строим квадрат в пределах площади начальной фигуры *AB*, а также квадрат в пределах дополнительной площади *AC*.

Диагональ *DC* пересекает сторону прямоугольника *AB* в точке *E*. Линия *FG*, параллельная *CB* и проходящая через точку *E*, определяет квадраты *EC* и *ED*.

Прямоугольник *EB* представляет собой разницу между квадратом *ED* и прямоугольником *AB*.

Прямоугольник *AF* является подобным и равным прямоугольнику *EB*, но находится в другом положении.

Следует отметить, что меньшая сторона *FE* прямоугольника *AF* является стороной квадрата *EC*.

Большая сторона прямоугольника *EB* является стороной квадрата *ED*.

Чем бы ни являлась площадь прямоугольника *AB*, она всегда будет состоять из квадрата плюс еще некоторая часть, т. е. плюс площадь *EB*. В свою очередь, площадь

прямоугольника AC состоит из площадей квадрата и прямоугольника AF.

Если AB есть квадрат плюс прямоугольник $\sqrt{5}$, то AC тоже есть квадрат плюс прямоугольник $\sqrt{5}$.

В числах это выразится следующим образом:

Если AB есть 1,4472, то AC есть 3,236.

Если DB равно 1, то AD — обратное число для 1,4472, т. е. 0,691.

EF представляет собой разность между 1 и 0,691, т. е. 0,309.

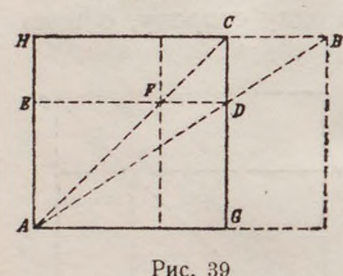


Рис. 39

DB, или 1, деленная на дробь 0,309, дает 3,236, или $1{,}618 \times 2$, или же 2,236 (прямоугольник $\sqrt{5}$) $+ 1$.

AB на рис. 39 представляет собой любой прямоугольник, AC — квадрат, AD — обратную площадь и EC — дополнение этой обратной площади.

Диагональ AC пересекает отрезок ED в точке F и определяет квадраты FC и FA. FH и FG являются фигурами, подобными GB.

ПРЯМОУГОЛЬНИК ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ КАК ВНУТРЕННЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ КВАДРАТА

Кроме прямоугольников соответствующего корня, часто бывает необходимо наметить в качестве подразделения квадрата прямоугольник золотого сечения (т. е. прямоугольник 1,618). Это достигается следующим построением.

На рис. 40 AB — квадрат, разделенный на две равные части линией CD; ED — диагональ одной из этих частей.

На этой диагонали находим точку F путем отложения на ней отрезка FD, равного отрезку DB.

Отложим отрезок EG, равный EF, и проведем линию GH, параллельную EB.

GB (или EH) представляет собой прямоугольник золотого сечения, находящийся внутри площади квадрата AB.

Если EB равна 1, то EG равна 0,618, а GA есть разность между 1 и EG, т. е. 0,382.

Площадь *AH* представляет собой прямоугольник 0,382.

Так как этот прямоугольник меньше квадрата, то 0,382 выражает обратную площадь какого-то прямоугольника больше единицы. Если разделить 1 на 0,382, то мы найдем эту площадь, выражающуюся числом 2,618, т. е. 1,618+1 (или квадрат).

Площадь *AH* можно рассматривать также, как состоящую из площадей двух квадратов и прямоугольника 0,618.

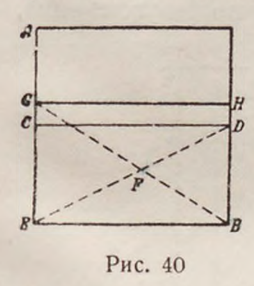


Рис. 40

Сейчас мы уже в состоянии рассмотреть некоторые из методов расчленения динамических площадей в художественно-композиционных целях.

Из каждого динамического прямоугольника, простого или сложного, могут быть получены путем его расчленения другие динамические фигуры. В главе 3 было уже указано, каким путем построить прямоугольник 1,382 из площади прямоугольника золотого сечения.

AB на рис. 41*a* — прямоугольник 1,382, *CB* — квадрат, *AD* — прямоугольник 0,382.

Линия *CD* разделена пополам в точке *E*; линии *EF* и *EA* являются каждая диагональю половины прямоугольника *AD*. (Пусть читатель сам попытается доказать, что *EF* и *EA* являются диагоналями прямоугольника 1,309.)

GF — диагональ всего прямоугольника.

Предположим, что нам желательно в художественно-композиционных целях поместить внутри прямоугольника 1,382 другой динамический прямоугольник, который должен служить фоном для рисунка; предположим, например, что мы имеем набор шрифта и что вся площадь 1,382 представляет собой страницу книги.

Прямоугольник 0,382 на рис. 41*b* подразделен на квадраты *AC* и *DB* и на прямоугольник 0,618 *CD*. *FE* — диагональ всего прямоугольника 0,382. Она пересекает сторону квадрата *DB* в точке *G*. Через точку *G* проведем линию *HI*; очки *H* и *I* находятся на линиях *AL* и *LE*. Точка *J* находится на диагонали всей фигуры. Построим прямоугольник *JH*

Площадь JH есть площадь динамического прямоугольника и может быть использована нами в любых композиционных целях.

Однако прямоугольник JH не подобен нашему основному прямоугольнику, так как не является прямоугольником 1,382.

Допустим, что мы хотим полученный нами тем же путем прямоугольник сделать подобным нашему основному прямоугольнику и придать ему ширину прямоугольника,

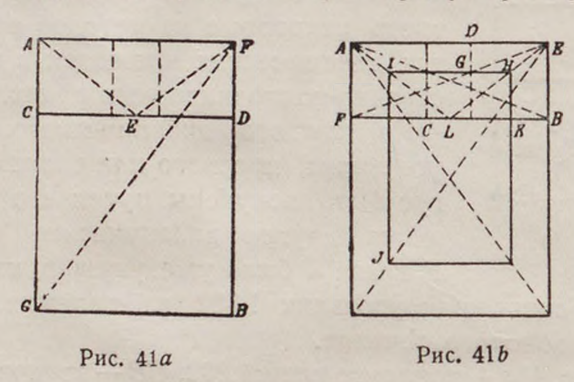


Рис. 41*a* Рис. 41*b*

только что построенного нами на рис. 41*b*. Соответствующий прием построения сводится к следующему:

Площадь прямоугольника 0,382 AB на рис. 42*a* подразделяется, как указано в предыдущем примере (рис. 41*b*); затем проводится линия GF.

Из точки C проведем линии CD и CE и построим прямоугольник HF.

HF представляет собой прямоугольник 1,382, состоящий из квадрата HI и прямоугольника 0,382 IG.

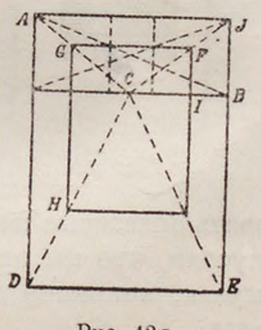
IG является прямоугольником 0,382 по следующим причинам:

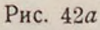
Прямоугольники CJ и CA равны каждый половине AB; F и G являются точками на диагоналях. Прямоугольники CF и CG подобны, причем каждый из них подобен прямоугольникам CJ и CA, составляющим каждый половину AB. Так как две половины составляют целое, то прямоугольник IG подобен прямоугольнику AB.

Если *IG* является площадью 0,382, то совершенно очевидно, что по этой причине прямоугольник *HI* подобен прямоугольнику *DB*. Но *DB* — квадрат; поэтому *HI* — тоже квадрат. Таким образом, прямоугольник *HF* представляет собой квадрат плюс прямоугольник 0,382.

Вышеуказанный принцип очень важен и является одним из тех, которые и художник и архитектор могут часто применять.

Продолжим несколько дальше расчленение нашего прямоугольника.




Рис. 42*a*

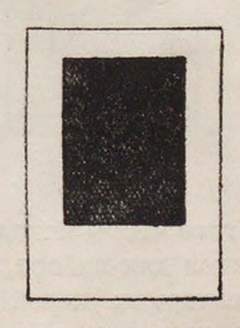


Рис. 42*b*

В приведенном примере мы имеем динамический прямоугольник, помещенный в центре другого динамического прямоугольника.

Предположим, что нам нужен тот же самый прямоугольник, но несколько сдвинутый в сторону, т. е. расположенный на большом прямоугольнике несколько вправо или влево от центральной линии, что часто является необходимым, особенно при оформлении книг.

Такое построение производится следующим образом:

AB на рис. 43*a* — прямоугольник 1,382, *AC* — прямоугольник 0,382. Находим на линии *DC* точку *E*, определяющую пропорцию. Точка *E* будет определять угол квадрата *AE*.

Проведем диагонали *EA* и *EF*. Любой прямоугольник внутри прямоугольника *AC*, определяемый диагоналями *EA* и *EF*, подобен прямоугольнику *AC*.

Проведем отрезки *EH* и *EB* и построим прямоугольник *IJ*. *IL* есть фигура, подобная фигуре *HC* (т. е. квадрат), в то

время как прямоугольник *KJ* подобен прямоугольнику *AC*. *IJ* — прямоугольник 1,382, сдвинутый в сторону в прямоугольнике 1,382 *AB*.

Прямоугольник *EJ* тоже имеет пропорциональное соотношение с прямоугольником *AB* и, в случае необходимости, их взаимоотношение может быть также определено.

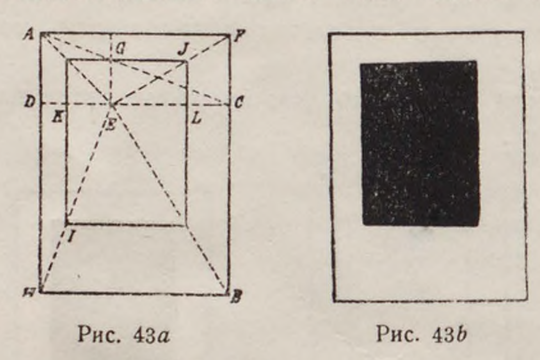


Рис. 43*a* Рис. 43*b*

Вместо того чтобы использовать описанные площади прямоугольников для набора, допустим, что мы применим их для элементарных целей рисунка, например в качестве элементов орнаментального ряда.

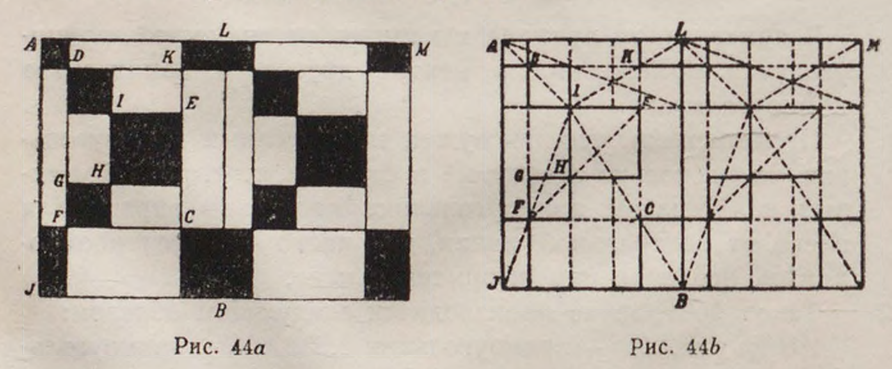


Рис. 44*a* Рис. 44*b*

AB на рис. 44 *a* — прямоугольник 1,382, а *DC* или *FK* — подобная ему фигура внутри площади *AB*, сдвинутая в сторону. *DE* — прямоугольник 0,382, *FE* — квадрат; прямоугольник *GC* подобен *DE*. *GE* — прямоугольник золотого сечения, или прямоугольник 0,618, в пределах которого находится квадрат *HE*. Продолжим большие и малые стороны прямо-

угольника *FK* до пересечения ими сторон прямоугольника *AB*.

Основные прямоугольники, полученные нами при этом, указаны на рис. 44*b*. Это квадраты *AD*, *DI*, *EH* и *HF*; прямоугольники золотого сечения *CB* и *KL*; прямоугольник 0,382 *FJ*.

Те же прямоугольники находим и в границах прямоугольника *BM*.

Мы имеем тут совершенно новый и чрезвычайно плодотворный метод компоновки орнамента, каждая составляющая единица которого представляет собой в точности ***пропорциональную*** часть большей площади. На этой единственной основе можно было бы динамически развернуть бесконечное количество орнаментальных тем.



Далеко не лишне еще и еще раз подчеркнуть, что всякая художественная композиция должна быть построена на основе пропорциональных и подобных фигур; без этого она невозможна.

ГЛАВА 6

ГРЕЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА ПЛОЩАДЕЙ

Как было показано в главе 3, греческий метод наложения одних площадей на другие имеет большую ценность в синтетических композициях.

Если мы наложим квадрат на прямоугольник таким образом, чтобы сторона квадрата совпала с меньшей стороной прямоугольника, причем площадь прямоугольника больше квадрата, то квадрат будет площадью *эллиптической*, „недостаточной". Если площадь является динамической, то излишек площади, который представляет собой разность между площадями квадрата и прямоугольника, будет выражаться в соответствующих отношениях большей фигуры.

Например:

AB на рис. 45 представляет собой прямоугольник $\sqrt{5}$; *AC* — квадрат, наложенный на прямоугольник; сторона квадрата совпадает с меньшей стороной большей фигуры, *CD* — излишек площади. Линия *AD* равна 2,236. *DB* равна 1.

Площадь прямоугольника *AB* равна площади прямоугольника $CD+1$. Вычтя 1 из 2,236, мы получим 1,236 для площади прямоугольника *CD*. Разделив 1,236 на 2, мы получим два прямоугольника 0,618, составляющие площадь *CD*; разделив *CB* на *DB*, мы получим тот же результат.

В качестве следующего примера предположим, что мы прикладываем квадрат к меньшей стороне площади прямоугольника 1,236. Площадь квадрата меньше площади прямоугольника, и излишек площади составит прямоугольник 0,236 (рис. 46).

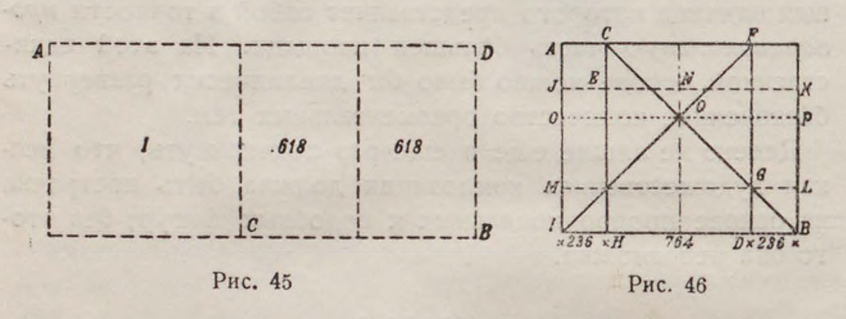


Рис. 45

Рис. 46

Если приложить квадрат и к другой меньшей стороне прямоугольника, то оба квадрата перекроют друг друга на величину площади *CD*. Эта площадь равна площади квадрата *CB* (или *AD*) минус прямоугольник 0,236, т. е. $1-0{,}236=0{,}764$. Будучи меньше 1, дробь 0,764 является обратным числом для какого-то числа большего, чем 1.

Разделив 1 на 0,764, получим число 1,309; другими словами, прямоугольник *CD* состоит из квадрата *ED* плюс двойной прямоугольник золотого сечения *EF*. (Двойной прямоугольник золотого сечения есть 3,236, или, беря обратное число, 0,309.)

Теперь мы подошли к анализу нового прямоугольника в центре площади *AB*, а именно к *EG*.

EG равен квадрату *ED* минус площадь 0,309 *HG*, т. е. *EG* равен 0,691.

Если разделить 1 на дробь 0,691, то мы получим 1,4472. Следовательно, прямоугольник *EG* состоит из квадрата плюс прямоугольник $\sqrt{5}$.

HD численно выражается, как 0,764: *IB*, или 1,236, минус 0,472 (0,236 : 2).

Так как *ED* есть квадрат, то сторона его *EH* равна 0,764. (Точная дробь несколько меньше, чем 0,764.)

Проведем линию *JK* через точку *E*. Прямоугольник *JB* есть прямоугольник золотого сечения, 1,618. Площадь его равна 0,764 : 1,236.

AE — квадрат, сторона которого *AJ* равна 0,236.

AK — прямоугольник 5,236 с обратным числом 0,191. Площадь 5,236 можно рассматривать, как 1,309, умноженное на 4, или же как 4, деленное на обратное число для 1,309, т. е. на 0,764.

JB есть прямоугольник 1,618. Если *IB* равно 1, то *JI* будет 0,618, т. е. обратное число для 1,618.

Прямоугольник *MB* подобен и равен прямоугольнику *AK*; следовательно, *MI* есть 0,191. Если вычесть *MI* из *JI* (т. е. 0,618 — 0,191), то мы получим в остатке *JM*, равное 0,427. (Сейчас мы оперируем с пропорциями, а не с измерениями.)

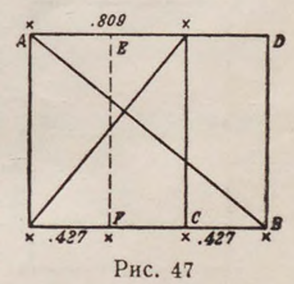


Рис. 47

Прямоугольник 0,427 — прямоугольник большого значения. Единица, разделенная на 0,427, дает 2,3416 — отношение, с которым мы до сих пор не встречались. Площадь 2,3416 равна площадям квадрата и трех прямоугольников $\sqrt{5}$, т. е. $1 + 0,4472 \times 3$.

Прямоугольник 1,236 служит основой многих очень важных динамических фигур. 0,809 — обратное число для 1,236. Разность же между 1,236 и 0,809 составляет 0,427.

AB на рис. 47 — прямоугольник 1,236; *AC* — обратная ему величина 0,809. *EB* — тот же прямоугольник, но приложенный к меньшей стороне *AB*, т. е. к *DB*; этот прямоугольник перекрывает прямоугольник *AC* на величину прямоугольника *EC*.

Площадь *EC* равна площади *AC* минус площадь *AF*; в числах это выражается, как 0,809 — 0,427 = 0,382, т. е. *EC* является прямоугольником 0,382 или 2,618. Возвратимся к рис. 46 и рассмотрим прямоугольник 1,309 *CD*.

Дробь 0,309 равна 0,618 : 2; иначе говоря, ее можно рассматривать как два прямоугольника золотого сечения, соединенных друг с другом своими меньшими сторонами.

На рис. 48 прямоугольник 1,309 разделен на две равные части линией *AB*; каждая из этих частей может быть выражена обратным числом 0,6545, или 1,309 : 2.

Разделив 1 на 0,6545, мы получаем отношение 1,528.

Если мы разделим 1,528 на 2, то получим обратное число для 1,309, т. е. 0,764.

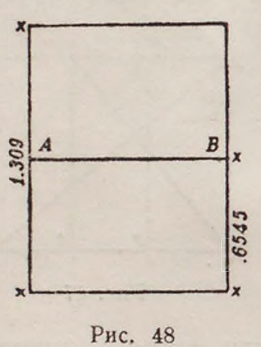


Рис. 48

Следовательно, отношение 1,528 можно рассматривать, как образованное двумя прямоугольниками 1,309, приложенными друг к другу своими большими сторонами.

AB на рис. 49 — прямоугольник 1,528. *AC* и *CD* — квадраты. *CB* и *CE* — два прямоугольника 0,309.

Прямоугольник *FD* подобен и равен прямоугольнику *EI*, *FG* и *GH* — квадраты.

FC и *CH* — два прямоугольника 0,691, т. е. каждый из них состоит из квадрата плюс прямоугольник $\sqrt{5}$; *CK* и *CJ* — квадраты, *JL* и *KI* — прямоугольники $\sqrt{5}$.

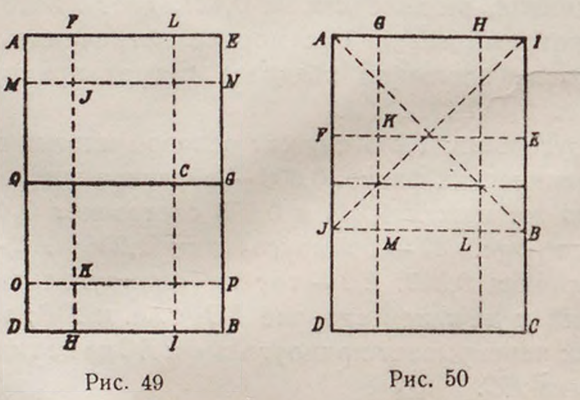


Рис. 49 Рис. 50

Проведем линии *MN* и *OP*.

Первоначальный прямоугольник теперь разделен следующим образом: *DK*, *IP*, *LN*, *AJ*, *JC* и *CK* — квадраты; *QK*, *QJ*, *JL*, *CN*, *CP* и *KI* — прямоугольники $\sqrt{5}$.

QH — прямоугольник 0,309, или 3,236. *KD* — квадрат, *QH* минус *KD* равен *QK*, или 3,236 минус 1 равно 2,236, т. е. *QH* и *QK* — прямоугольники $\sqrt{5}$. Площадь прямоугольника *FI* образована двумя квадратами, *JC* и *CK*, плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$, *JL* и *KI*. Отношение *FI* равно 2,8944, т. е. $2 + 0{,}4472 \times 2$ или $1{,}4472 \times 2$.

Прямоугольники *MG* и *GO* состоят каждый из квадрата плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$, т. е. из $JC + CN + QJ$ и $CK + CP + QK$. Отношение для каждого прямоугольника выражается числом 1,8944.

Прямоугольники *OB* и *AN* образованы каждый двумя квадратами плюс прямоугольник $\sqrt{5}$, т. е. $2{,}236 + 2$, или 4,236; обратное число — 0,236.

Прямоугольники *AH* и *LB* образованы каждый двумя квадратами плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$, т. е. *JQ*, $QK + JA$, *DK* и *CN*, $CP + PI$, *LN*. Отношение каждого из них составляет $2{,}236 \times 2$, т. е. 4,472, + 2. Это составляет 6,472; обратное число — 0,1545 или 0,309 : 2.

Серии прямоугольников, образующих пропорциональную систему, которую мы называем „динамической симметрией“, все подобны двум только что разобранным нами прямоугольникам. Каждый отдельный прямоугольник содержит в зародыше всю систему строения растений. Можно взять любой из этих прямоугольников и, исходя из него, получить все остальные. Однако это — весьма кропотливая работа.

Возвратимся к прямоугольнику 1,528. Мы можем рассматривать его, как квадрат плюс прямоугольник 0,528. Дробь 0,528 есть обратное число для 1,8944, выражающего квадрат плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$ $(0{,}4472 \times 2 + 1)$. Теперь мы можем рассмотреть прямоугольник 1,528 на рис. 50 следующим образом:

Приложив квадрат *AB* к меньшей стороне прямоугольника *AC*, мы получим прямоугольник *BD*, подобный и равный прямоугольнику *AE*.

Площадь *FB* равна площади *ED* или *AB* минус площадь *BD* или *AE*. Эта площадь выражается числом 0,472, т. е. 1 — 0,528.

Дробь 0,472 есть обратное число для 2,118. Это отно-

шение равно сумме половины отношения, выражающего прямоугольник $\sqrt{5}$ (т. е. 2,236 : 2), и квадрата.

Численно это может быть выражено следующим образом:

AG равно 0,236	*AF* равно 0,528
GH равно 0,528	*FJ* равно 0,472
HI равно 0,236	*JD* равно 0,528.

Эти дроби дают, конечно, только приближенные значения. Уточняя величину 0,236 до 0,236068, мы получим уже более точное значение. Умножив 0,236068 на 2, получим 0,472136; вычтя эту дробь из 1, получим 0,527864 вместо 0,528. Однако величина 0,528 является более удобной.

Рис. 51

Для площади *KL* (т. е. $0{,}472 \times \times 0{,}528$) мы получаем 1,118, или половину квадратного корня из пяти*. Площади *FM* и *LE* образованы каждая двумя квадратами ($0{,}236 \times \times 0{,}472$).

Площадь 0,691 (*EG* на рис. 46), прямым отношением которой является 1,4472, может быть рассмотрена, как показано на рис. 51.

AB — квадрат, наложенный на прямоугольник 1,4472 *AC*.

DE — квадрат, приложенный к его меньшей стороне *EC*.

Квадрат *DE* перекрывает квадрат *AB* на величину площади *DF*.

Числовое выражение отрезка *GC* составляет $0{,}4472 + + 0{,}5528 + 0{,}4472$.

Неизвестная нам площадь *IB* находится путем деления 1 на 0,5528. Полученное в результате отношение есть 1,809. Дробь 0,809 является половиной 1,618. *JB* — квадрат; *JF* равно 0,809, или состоит из двух прямоугольников золотого сечения *IH* и *HF*.

---

* Отношение 0,472 к 0,528 является отношением „функции“ Жолтовского, которая, по Хэмбиджу, представляет собой частный случай его художественно-композиционного метода динамической симметрии. *Прим. ред.*

Через точку *J* проведем линию *KL*. Вся площадь прямоугольника *AC* разделена теперь на три квадрата *AJ*, *JB* и *OE* и на шесть прямоугольников золотого сечения: *GM*, *MK*, *IH*, *HF*, *NL* и *NC*.

ГЛАВА 7

ПРЯМОУГОЛЬНИКИ КАК ХУДОЖЕСТВЕННО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ ТЕМЫ

В одной из предыдущих глав указывалось на нежелательность применения противоречивых художественно-композиционных тем. Динамические прямоугольники могут быть подразделены самым различным образом, и каждый такой метод подразделения дает известную тему, которая сообщает специфический характер композиции, при условии последовательного развития этой темы. Динамическую систему можно сравнить с палитрой художника, покрытой красками. Все краски могут быть смешаны без разбора в одно целое, и тогда они либо совершенно теряют свое значение, либо сливаются в одноцветную гамму. Совершенно так же любой динамический прямоугольник может быть подразделен до бесконечности, как и любая единица меры. Однако такой процесс вовсе не означает разумного обращения с пропорциями. Разумный художник выбирает только те краски на своей палитре, которые в полную силу могут выразить его цветовую красочную тему. Совершенно так же при компоновке геометрических фигур следует выбирать только такие их сочетания, которые последовательно выражают основную тему данной композиции. Как известно, словарь содержит много разных слов,— однако писатель выбирает для выражения своей мысли только те, которые ему нужны.[9]

Противоречивые темы, сопоставленные друг с другом в одной композиции, взаимно уничтожают друг друга, подобно противоречивым краскам. Каждый из примеров, приведенных в предыдущей главе, является методом построения одной композиционной темы. Поскольку принят

тот или иной специфический метод расчленения какой-либо площади, он должен применяться с большой строгостью.

Так, например тема, разработанная методом построения обратных площадей, никогда не должна смешиваться с темой, разработанной методом приложения квадратов к малым сторонам прямоугольников; или, например, тема, разработанная методом деления площади на две равные части, не должна смешиваться ни с одной из вышеуказанных тем, и т. д.

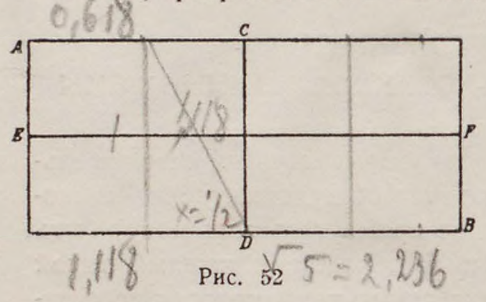


Рис. 52

Наиболее ясные подразделения прямоугольника $\sqrt{5}$ дают нам несколько наиболее современных динамических тем. Площадь прямоугольника $\sqrt{5}$ может быть разделена на две равные части двумя путями: либо горизонтально, либо вертикально.

AB на рис. 52 является прямоугольником $\sqrt{5}$, разделенным на две равные части: по вертикали — линией *CD* и по горизонтали — линией *EF*.

Каждое из этих подразделений дает по два прямоугольника $\sqrt{5}$.

Прямоугольники *AF* и *EB* образованы двумя прямоугольниками $\sqrt{5}$, соединенными своими короткими сторонами.

Прямоугольники *AD* и *CB* образованы каждый двумя прямоугольниками $\sqrt{5}$, соединенными друг с другом своими длинными сторонами.

Отношение прямоугольника *AD* или *CB* есть 1,118, или 2,236 : 2.

Отношение прямоугольника *AF* или *EB* есть 4,472, или 2,236 $\times$ 2.

0,8944, или 0,4472 $\times$ 2, есть обратное число для 1,118.

Рис. 53*a* и рис. 53*b* дают каждый половину прямоугольника $\sqrt{5}$. Отношение прямоугольника на рисунке 53*a* есть 0,8944, прямоугольника на рисунке 53*b* — 1,118. Прямоугольник *AB* на рис. 53*b* является обратным прямо-

угольнику *AC*. Разность между 1,118 и 0,8944 составляет 0,2236, или половину 0,4472. Это дает нам два прямоугольника $\sqrt{5}$ для площади *DC*. Дробь 0,2236 есть $^1/_5$ от 1,118; следовательно, прямоугольник 1,118 содержит пять таких прямоугольных полос, как *DC*. Другими словами, прямоугольник 1,118 состоит из десяти прямоугольников $\sqrt{5}$.

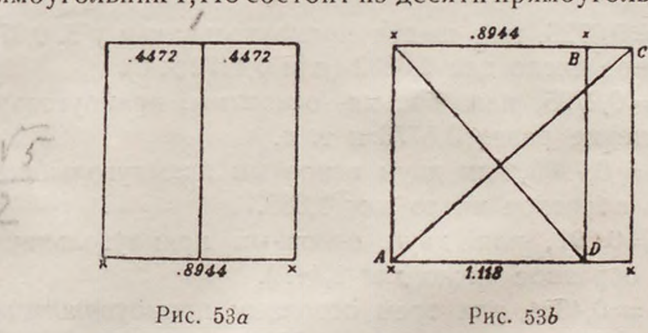


Рис. 53*a* Рис. 53*b*

Четыре прямоугольника $\sqrt{5}$, будучи составлены своими малыми сторонами, имеют отношение 1,7888, или 0,4472 $\times$ 4. Число, обратное этому отношению, есть 0,559. В греческом искусстве мы встречаем весьма часто отношение 1,559 (т. е. квадрат плюс четыре прямоугольника $\sqrt{5}$). Действительно, это отношение мы находим в плане пола целлы Парфенона, которая имеет 62,955 фута в ширину и 98,145 фута в длину. Мы встречаем также три, а иногда даже шесть, прямоугольников $\sqrt{5}$ в указанном положении.

Интересные и весьма ценные темы прямоугольников получаются при делении динамических прямоугольников на отдельные части. Например: 1,618 : 2 = 0,809. Это равно двум первоначальным прямоугольникам, поставленным один на другой. 0,809 — обратное число для 1,236.

1,618 : 3 = 0,5393, т. е. трем основным прямоугольникам. 0,5393 — обратное число для 1,854 (или 0,618 $\times$ 3). То же отношение 1,618 : 4 дает нам четыре основных прямоугольника, поставленных один на другой. Это выражается дробью 0,4045, что представляет собой обратное число для 2,472 (или 0,618 $\times$ 4).

1,618 : 5 = 0,3236, или пяти основным прямоугольникам, и т. д.

Этот метод приложим ко всем динамическим прямоугольникам.

1,118 : 2 = 0,559. Площадь основного прямоугольника образована двумя прямоугольниками $\sqrt{5}$. Если ее разделить на 2, то в результате мы получаем четыре прямоугольника $\sqrt{5}$.

1,118 : 3 = 0,3726, или шести прямоугольникам $\sqrt{5}$. 0,3726 есть обратное число для 2,6832 (или 0,4472 × 6).

1,118 : 4 = 0,2795, или восьми основным прямоугольникам. Отношение равно 3,5776 и т. д.

1,4472 : 2 = 0,7236, или двум основным прямоугольникам. 0,7236 есть обратное число для 1,382.

1,382 : 2 = 0,691, или двум основным прямоугольникам. 0,691 есть обратное число для 1,4472.

1,4472 : 3 = 0,4824, или трем основным прямоугольникам. 0,4824 есть обратное число для 2,073 (или 0,691 × 3)*.

Не следует думать, что читатель немедленно постигнет в полном объеме все значение комбинаций этих прямоугольников для художественной композиции. Эти комбинации приводятся в качестве справок, к которым следует часто возвращаться в самостоятельной работе над разработкой динамических художественно-композиционных тем.

Нужно помнить, что материал, связанный с динамическими прямоугольниками, был почерпнут главным образом из классического греческого искусства. Классический период греческого искусства охватывает, повидимому, два или три поколения. Тем не менее количество сохранившихся от этого периода художественных произведений столь велико, что всякому человеку покажется почти невозможным изучить все эти примеры. Несомненно, что ни один человек не может изучить весь этот материал без помощи арифметики. Это оправдывает применение чисел при анализе. Кажется невероятным, чтобы средний греческий мастер знал многие из разобранных прямоугольников; он мог быть знаком только с немногими из них, хотя, ко-

---

* Чертежи, иллюстрирующие эти построения, см. в книге автора „*The Elements of Dynamic Symmetry*“, гл. VIII — IX.

нечно, и в древней Греции должны были существовать люди, обладавшие глубокими знаниями в данной области. К ним относится, например, создатель Парфенона.[10]

Мы уже указывали, что прямоугольники $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$ являются первичными площадями в динамической композиционной системе. Оба эти вида прямоугольников дают нам интереснейшие темы прямоугольников. Однако едва ли можно сравнить их по их значению с темами, возникающими из расчленения прямоугольника $\sqrt{5}$. Но, с другой стороны, прямоугольники $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$ больше подходят для статических построений, и поэтому они вполне заслуживают известного внимания.

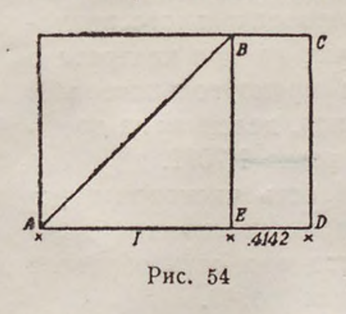


Рис. 54

Когда мы строим прямоугольник $\sqrt{2}$, исходя из квадрата, то мы получаем лишнюю площадь, бо́льшую, чем площадь основного квадрата. Малая сторона этой лишней площади выражается разностью между стороной основного квадрата и его диагональю.

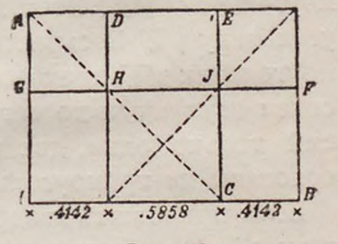


Рис. 55

AB на рис. 54 — диагональ квадрата, определяющая длину отрезка *AD*. Прямоугольник *AC* — прямоугольник $\sqrt{2}$.

BD является упомянутой выше лишней площадью. Числовое выражение прямоугольника $\sqrt{2}$ есть 1,4142. *AE* равно 1; *ED* равно 0,4142. Единица, деленная на эту дробь, дает 2,4142. Эта величина представляет собой отношение прямоугольника *BD*, который состоит из квадрата плюс прямоугольник $\sqrt{2}$, что составляет $1 + 0{,}4142$. Таким образом, *AB* равен квадрату, приложенному к меньшей стороне прямоугольника $\sqrt{2}$.

Если приложить квадрат к другой меньшей стороне данного прямоугольника, то он перекроет первый квадрат на величину площади, выражающейся разностью между 1 и 0,4142, т. е. 0,5858.

AB на рис. 55 — прямоугольник $\sqrt{2}$ с приложенными к его обеим меньшим сторонам квадратами.

Площадь прямоугольника *EB* образована квадратом *EF* и прямоугольником $\sqrt{2}$ *JB*.

Линия, проведенная от точки *E* к точке *G*, расчленяет площадь первоначального прямоугольника на три квадрата и на три прямоугольника $\sqrt{2}$.

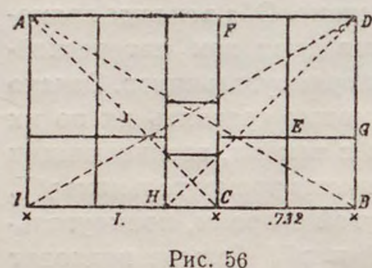


Рис. 56

Единица, деленная на дробь 0,5858, равна 1,7071.

0,7071 есть числовое выражение прямоугольника $\sqrt{2}$, потому что это есть обратное число для 1,4142.

Все операции, которые были произведены с другими прямоугольниками, могут быть применены и к прямоугольнику $\sqrt{2}$, а все возникавшие темы являются темами и прямоугольника $\sqrt{2}$. Этот же процесс применяется и к прямоугольнику $\sqrt{3}$. Весьма любопытно, что Платон считал прямоугольник $\sqrt{3}$ прекраснейшей из всех фигур. Однако из сотен изученных до сего времени классических композиций только один, два или, может быть, три процента основаны на прямоугольнике $\sqrt{3}$.

Если приложить квадрат к меньшей стороне прямоугольника $\sqrt{3}$, то оставшаяся площадь будет состоять из двух прямоугольников $\sqrt{3}$.

AB на рис. 56 представляет собой прямоугольник $\sqrt{3}$, *AC* — квадрат, а *FB* — оставшуюся площадь, состоящую из двух квадратов, *CE* и *EB*, и двух прямоугольников $\sqrt{3}$, *ED* и *EF*.

Мы имеем следующие данные: $\sqrt{3}$ составляет 1,732. Отрезок *CB* выражается дробью 0,732. Разделив единицу на эту дробь, мы получаем 1,366 для линии *BD*, если принять *CB* за 1. Если прямоугольник *CG* состоит из двух квадратов, то линия *BG* численно выражается, как 0,5. Если прямоугольник *FG* состоит из двух прямоугольников $\sqrt{3}$, то он равен половине прямоугольника $\sqrt{3}$ и линия *GD* равна 1,732, деленному на 2, т. е. 0,866. Если сложить обе дроби, т. е. 0,866 и 0,5, то мы получим 1,366.

Если приложить квадрат *DH* к другой, меньшей стороне основного прямоугольника, то оба квадрата будут перекрывать друг друга на величину площади *HF*. Числовое выражение линии *IB* следующее: 0,732 для отрезка *IH*; 0,268 для отрезка *HC* и 0,732 для отрезка *CB*; всего 1,732.

0,268 является обратным числом для 3,732, т. е. для прямоугольника $\sqrt{3}$ (равного 1,732 плюс два квадрата). Подобно тому, как мы поступали с другими прямоугольниками, площадь прямоугольника $\sqrt{3}$ тоже может быть расчленена,

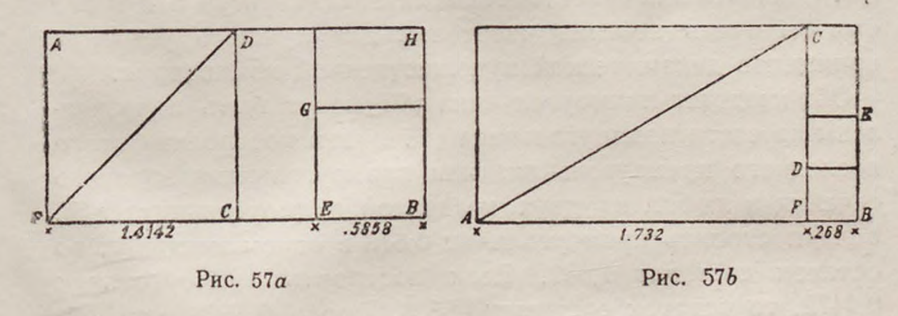


Рис. 57*a*　　　　Рис. 57*b*

и таким образом получается художественно-композиционная тема. Совершенно так же любое логическое подразделение площади может быть использовано в качестве основного прямоугольника.

Прямоугольник $\sqrt{4}$ является единственным в своем роде в том смысле, что он может быть подразделен и статически и динамически или может быть соединен с другими основными динамическими прямоугольниками. Если подразделить составляющие прямоугольник $\sqrt{4}$ два квадрата на кратное число частей, то в результате мы получим чисто статическое построение, совершенно очевидно не имеющее никакой практической ценности для композиционных целей.

Вместе с тем прямоугольник $\sqrt{4}$ может быть разделен на прямоугольники, вытекающие из прямоугольников $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{5}$.

AB (рис. 57*a*) есть прямоугольник $\sqrt{4}$, т. е. он состоит из двух квадратов. *FD* — диагональ одного из этих квадратов. Мы применяем эту диагональ для нахождения точки *E*; *AE*

сеть прямоугольник $\sqrt{2}$. Числовое выражение линии *FB* на рис. 57*a* составляет: 1,4142 для отрезка *FE* и 0,5858 для отрезка *EB*. Площадь прямоугольника *EH* состоит из квадрата *GB* прямоугольника $\sqrt{2}$ *GH*.

В прямоугольнике $\sqrt{4}$ (рис. 57*b*) диагональ *AC* равна стороне *AB*. Следовательно, *AC* — прямоугольник $\sqrt{3}$. Числовое выражение линии *AB* составляет: 1,732 для отрезка *AF* и 0,268 для отрезка *FB*. Площадь прямоугольника *CB* состоит из двух квадратов *DB* и *DE* и прямоугольника $\sqrt{3}$ *EC*. (Дальнейший самостоятельный анализ фигур 57*a* и 57*b* был бы очень полезен читателям для лучшего усвоения принципов динамической художественной композиции.)

Оба квадрата прямоугольника $\sqrt{4}$ могут быть подразделены на части прямоугольника $\sqrt{5}$ путем построения этого последнего прямоугольника или прямоугольника золотого сечения в любом из двух квадратов прямоугольника $\sqrt{4}$. Если построить прямоугольник 0,618 в одном квадрате, то остаток составит 1,382. Если построить прямоугольник 0,4472, то остаток составит 1,5528. Дробь 0,5528 есть обратное число для 1,809 и т. д.

ГЛАВА 8

КРЕСЛО КАК ПРИМЕР ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПОЗИЦИИ

Нужно всегда помнить, что динамическая симметрия — это метод измерения, устанавливающий пропорциональные соотношения. Если бы она была чем-нибудь большим, то она, в сущности, слепо следовала бы формулам и поэтому была бы вредна или, в лучшем случае, бесполезна для целей художественной композиции. Поскольку же динамическая симметрия устанавливает пропорциональные соотношения между отдельными элементами известной художественной композиции, постольку она является ценным инструментом в руках художника и архитектора. Ведь совершенно очевидно, что пропорции служат одним из основных факторов в построении художественного произведения.

До сих пор мы рассматривали пропорции некоторых прямоугольников и методы их подразделения только теоретически. Теперь мы обратим наше внимание на практическое применение этих пропорций в искусстве.[11]

Лучше всего выбрать для начала в качестве примера не просто какой-либо обычный прямоугольник, но какой-нибудь знакомый предмет. Предположим, что мы выбрали кресло, которое меньше, чем обычный стул с высокой спинкой, но больше, чем табурет, — кресло, которым можно пользоваться вне дома.

Рис. 59 (см. ниже) дает боковой вид такого кресла. Мы рисуем себе это кресло таким, чтобы высота ножек и сиденье были самыми обычными и удобными. Для нашей цели нет необходимости обращать слишком много внимания на оригинальность рисунка. Мы можем даже выбрать по памяти какое-нибудь известное нам кресло. При этом мы, конечно, полагаем, что читатель никогда не должен упускать случая для создания чего-либо нового. Даже если читатель будет для упражнения копировать какой-нибудь старый мотив, он не должен останавливаться перед тем, чтобы видоизменить характер этого мотива, если он может сделать это с явным преимуществом для композиции.

Когда рассматриваешь боковой вид кресла, то прежде всего возникает представление, что все его строение создает впечатление какого-то броска вперед, — в кресле должно быть нечто, что не только внушало бы мысль о том, что в кресло можно сесть, но как бы приглашало нас к этому. В рисунке кресла должен заключаться вместе с тем элемент стабильности, который в известной мере уравновешивал бы его направленность вперед; в противном случае кресло может производить впечатление, что оно готово упасть вперед. Мы достигаем этих двух нужных нам качеств тем, что придаем двум задним ножкам кресла точно рассчитанный угол наклона вперед, оставляя передние ножки совершенно прямыми.

Признаки прочности и комфорта подчеркиваются, далее, оформлением спинки и ручек кресла. При довольно сильно наклоненных вперед задних ножках мы придаем спинке

обратный наклон. Это также вполне соответствует потребностям тела, находящегося в удобном сидячем положении. Если помнить об этих простых требованиях, становится совершенно очевидным, что задние ножки кресла и угол наклона спинки кресла являются самыми важными элементами в его боковом разрезе. Поэтому, выбирая прямоугольник для нашей композиции, мы учитываем эти основные требования при подразделении выбранной площади. Мы выбираем прямоугольник 1,309, который, будучи по своей площади в достаточной мере больше квадрата, дает достаточно места для построения низкой спинки и низких ручек. Если кресло, которое мы имеем в виду, должно быть вписано в этот прямоугольник, то мы должны подразделить его по вертикали. Это позволит нам применить несколько длинных линий, чтобы установить наклон спинки и ножек; в то же время это предоставит нам некоторую свободу при объединении пропорций, свойственных этим наклонным отрезкам, с пропорциями всей композиции в целом.

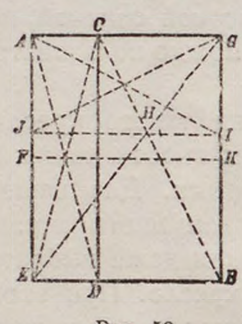


Рис. 58

Если мы приложим два квадрата к стороне прямоугольника 1,309, как указано на рис. 58, то получим лишнюю площадь, которая будет отвечать нашей цели.

AB на рис. 58 — прямоугольник 1,309, а прямоугольник *CB* состоит из двух квадратов, приложенных к длинной стороне прямоугольника *AB*. *AD* — лишняя площадь. Мы намерены воспользоваться этой лишней площадью не только для того, чтобы установить углы наклона спинки и задних ножек, но также и для того, чтобы установить пропорции этих частей; в то же время она необходима нам для объединения пропорций целого прямоугольника *AB* с пропорциями его подразделений — прямоугольников *CB* и *AD*.

Прежде всего начертим диагональ всей фигуры *EG*, затем диагональ двух квадратов *CB*. Обе эти линии пересекаются в точке *H*. Через точку *H* мы проводим линию *JI*, параллельную *EB*. Эта линия определяет сиденье кресла и пло-

щадь *JB*, составленную двумя квадратами *BH* и прямоугольником 1,309 *EH*.

Линия *EC* дает нам нужный угол наклона для задних ножек, в то время как линия *AD* определяет угол спинки. Диагонали *AD* и *EC* представляют собой пропорциональное построение, весьма подходящее для нашего случая.

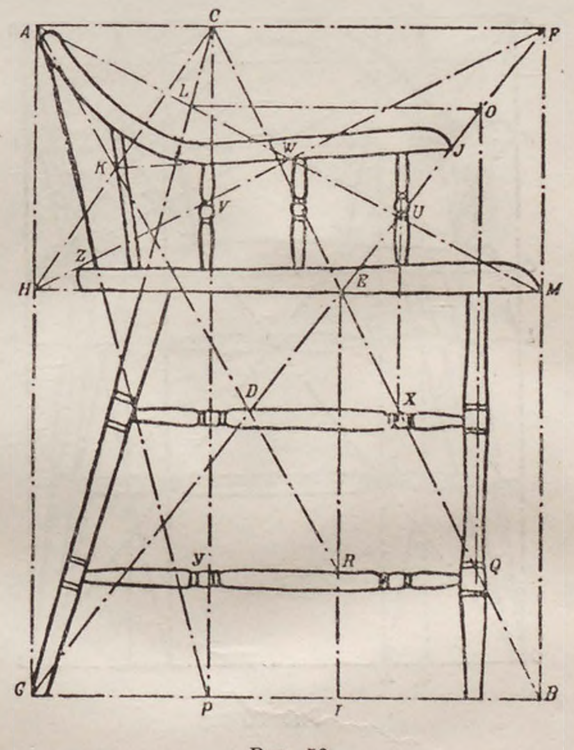


Рис. 59

Большой прямоугольник *AB* подразделяется далее на два прямоугольника *AI* и *IE*.

Проводим диагональ *JG* и *AI*.

Теперь мы в состоянии определить все пропорции нашего кресла и перейти к рис. 59.

Наш чертеж является только грубым наброском, и нам не к чему углубляться в вопрос о перекрестных пересечениях; мы можем от руки набросать общую схему кресла.

Рассмотрим теперь общие пропорциональные соотношения кресла.

Точка K на рис. 59 определяется пересечением диагоналей прямоугольников HC и AR. Центр диагонали AM отмечен точкой W. Линия, проведенная от точки K через точку W к точке J, устанавливает длину ручек кресла и их

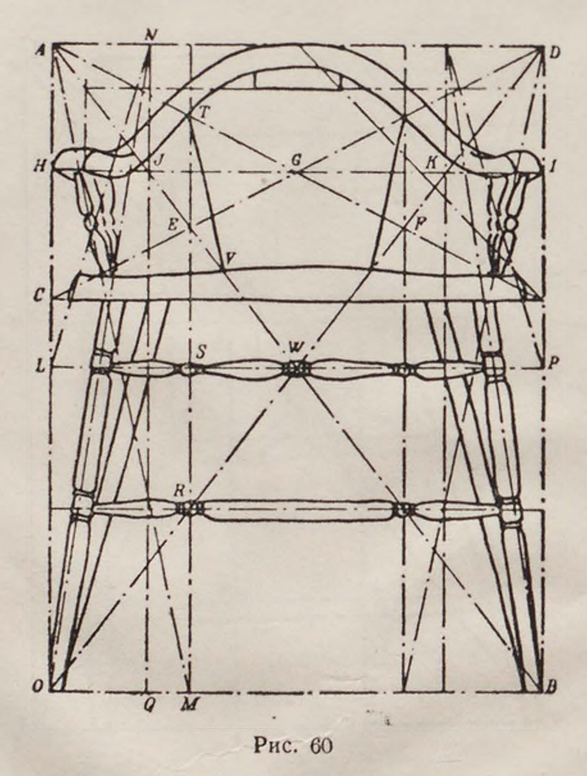


Рис. 60

отклонение кверху. L — точка пересечения диагонали прямоугольника GC с диагональю прямоугольника AM.

От точки L проведем линию к точке O; отсюда под прямым углом — к точке Q, чтобы определить положение передней ножки кресла, как она видна сбоку. P и Q являются важными точками, потому что P устанавливает толщину сиденья, а Q определяет положение нижних дынек на ножках. От точки P проведем линию к точке Z; угол наклона задних ножек равен углу наклона спинки

кресла. Балясинки, поддерживающие ручки кресел, определяются точками *U*, *W* и *V*. Перпендикуляр, опущенный из точки *U* на *GB*, пересекает диагональ *CB* в точке *X* и определяет положение верхних дынек на ножках. Даже точки для дынек на ножках теперь точно определены.

Чертеж кресла спереди дан на рис. 60. Здесь мы тоже имеем прямоугольник 1,309. Следовательно, горизонтальная проекция кресла должна вписываться в квадрат.

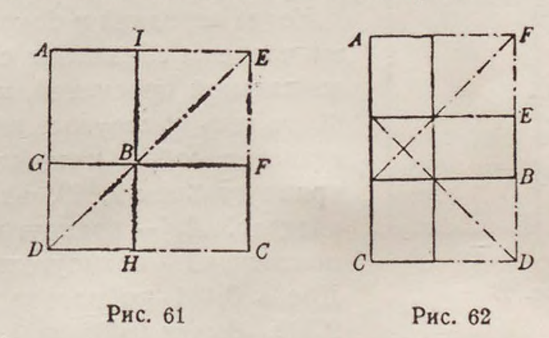


Рис. 61 Рис. 62

Высота сиденья кресла от основания определяется тем же путем, что и в боковом разрезе.

Точки *E* и *F* определяются пересечением диагоналей прямоугольников *CD* и *AB*.

Линия *HI* разделяет площадь *CD* на две равных части и пересекает диагональ основного прямоугольника в точке *J*. Проведем линию *JN*.

Линии *NO* и *AM* определяют угол наклона балясин под ручками кресла и угол наклона ножек кресла. *LP* — линия, проведенная через центр основного прямоугольника.

Линия *NL* определяет ширину сиденья спереди, а также угол среза его края. Линия *TV* определяет ширину и угол наклона сплошной спинки кресла.

Линия *SR* и точка *W* определяют места балясинок на верхней горизонтальной перекладине и между ножками кресла.

Линия *OD* пересекает линию *TM* в точке *R* и определяет положение нижней перекладинки между ножками кресла.

При исполнении чертежей трехмерных предметов рекомендуется всегда разрабатывать в одном чертеже боковой

и передний виды совместно с горизонтальной проекцией, как показано на рис. 61.

Когда план установлен в такой форме, то легко перенести пропорции переднего и бокового вида на чертеж горизонтальной проекции. В случае необходимости к этой схеме можно добавить также и чертеж задней стороны, как показано на рис. 62.

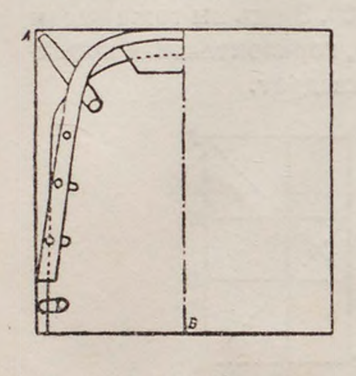


Рис. 63

Когда передний и боковой разрезы чертежа соединены с его горизонтальной проекцией, как на рис. 61, то весь прямоугольник *AC* представляет собой квадрат, а *GC* — прямоугольник 2,309, вписанный в квадрат. *AF* — прямоугольник, дополняющий прямоугольник *GC*. Дробь 0,433 — обратное число для 2,309. Вычтя 0,433 из 1, получаем 0,567 для прямоугольника *AF*. Разделив 1 на 0,567, получим 1,764, т. е. квадрат *FI* плюс прямоугольник 0,764 (1,309) *AB*.

На рис. 62 мы имеем квадрат *AB* плюс прямоугольник 2,309 *BC*. Числовое выражение площади *AF* составляет 2,309, а площади *FD* — 3,618 $(1{,}309 \times 2 + 1)$.

$3{,}618 : 2{,}309 = 1{,}567$. Это — новый прямоугольник, но элементы, его составляющие, совершенно очевидны.

Только в редких случаях представляется необходимым разрабатывать больше половины горизонтальной проекции (см. рис. 63). Другая половина квадрата может быть использована, чтобы показать перекрестные пересечения или какую-нибудь часть плана, которая не дана на *AB*, например половина горизонтальной проекции ножек и их дынек.

Важно помнить, что динамическая система естественно связана с десятичной системой. Поэтому рекомендуется пользоваться такой системой мер (футы или метры), единицы которой делятся по десятичной системе.

Автор убедился в том, что такого типа работа значительно упрощается для мастеров если чертеж сделан в натуральную величину; конечно, это относится только

к небольшим предметам. Чертежи для больших объектов должны выполняться в уменьшенном масштабе.

Всякая динамическая композиция, естественно, строится на увеличении или уменьшении; следовательно, процессы удваивания являются в любом масштабе чрезвычайно простыми. Для чертежа кресла мы можем употребить несколько больших листов оберточной или простой бумаги, укрепить эти листы на стене и разработать чертеж в натуральную величину, применив для черчения уголь и тщательно закрепив его затем.

По выполнении переднего и бокового видов кресла в пределах прямоугольника 1,309 очень полезно для практики применить прямоугольник другой пропорции, большей, нежели 1,309; затем изменить пропорции переднего и бокового видов так, чтобы они соответствовали новой площади; например, построить композицию кресла в прямоугольнике 1,618 для бокового вида и в прямоугольнике 1,4472 для переднего вида, или наоборот. Горизонтальная проекция этого чертежа выразится как 1,4472 на 1,618 или 1,118.

Теперь мы можем по достоинству оценить тот факт, что динамическое отношение, разделенное на другое динамическое отношение, дает в результате динамическое отношение. Такой же результат получается и при умножении. Совершенно так же и отношения бокового вида, построенного в прямоугольнике 1,618, перенесенные в прямоугольник 1,4472, определяющий переднюю сторону кресла, дают в результате динамические отношения.

Прямоугольники $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$ не могут быть соединены с любыми другими прямоугольниками, ни даже с подобными им самим, за исключением тех прямоугольников, которые составлены из одинаковых квадратов. Если мы берем тему прямоугольника $\sqrt{2}$ или $\sqrt{3}$, то мы можем применить только логические подразделения самого взятого нами прямоугольника. Прямоугольник $\sqrt{5}$ является наиболее гибким. Повидимому, это и есть одна из причин, по которым греческие мастера предпочитали класть его в основу своих построений.



ГЛАВА 9

АРХИТЕКТУРНЫЕ УКРАШЕНИЯ

В предыдущей главе мы разработали композиционную тему, вытекающую из основных особенностей кресла, как мы его задумали. Идея, положенная нами в основу нашего построения, имеет общий характер и может лечь в основу самых разнообразных композиций. Как только начинается развитие какой-либо темы, динамические принципы сейчас же вступают в силу и направляют нашу работу вплоть до полного ее завершения, помогая нам соблюсти гармонию в наших построениях и сохранить связь деталей с основной темой.[12]

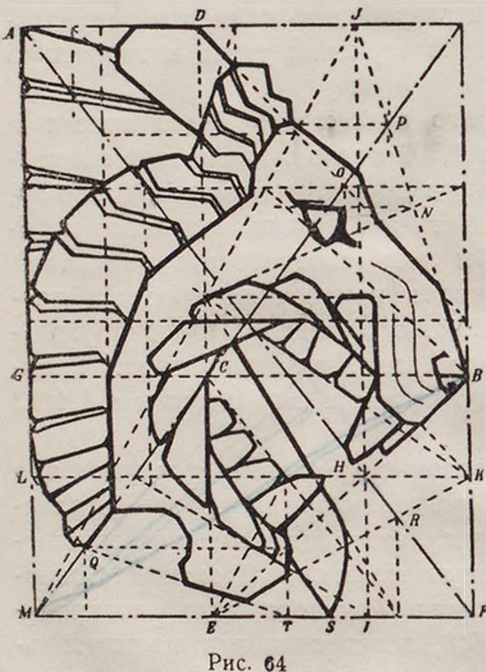


Рис. 64

На рис. 64 и 66 изображены боковой и передний виды маски-водолея для водосточной трубы в форме львиной головы. Боковой вид диктует нам тему построения с наиболее характерной для данного объекта стороны. В данном случае характерными моментами являются открытая пасть животного и те углы, которые определяются положением верхней и нижней челюстей. Как в случае с креслом, разобранном в предыдущей главе, мы применяем здесь прямоугольник 1,309. Обратная площадь или обратная пропорция всего прямоугольника дает нам возможность установить точку для носа львиной головы и приступить к теме.

Площадь прямоугольника *AB* на рис. 64 — обратная площадь прямоугольника 1,309 *AF*; линия *MP* пересекает линию *GB* в точке *C*.

Через точку *C* проведем линию *DE* и затем линию *BE*. Линия *BE* пересекает диагональ всей фигуры в точке *H*.

Через точку *H* проведем линию *JI* и соединим точки *J* и *B* линией *JB*.

Через точку *H* проведем линию *LK*.

Через центр большого прямоугольника проведем горизонталь, чтобы разделить его на две равные части. От пересечения горизонтали с длинной стороной основного прямоугольника проведем линию к точке *D*. Эта линия пересечет диагональ всей площади в точке *O*. Линия, опущенная из точки *O* (под прямым углом к *MF*), определяет переднюю часть глаза маски. Через точку *O* продолжим горизонталь до пересечения ее с длинными сторонами основного прямоугольника.

Проведем затем линию от точки *M* до точки *J*; от точки пересечения линии *JM* с линией *DE* проведем линию к конечной точке горизонтальной линии, проведенной через точку *O*, чтобы найти точку *N*. Эта точка определяет верхнюю часть глаза.

Линия, проходящая через точки *O* и *D*, определяет очертание лба.

Точка *P* находится на диагонали всей фигуры и определяет вершину лба.

Линия *MJ* пересекает линию *DO* в точке, близкой к вершине лба. От этой точки проведем линию, параллельную верхней стороне прямоугольника, до точки пересечения с линией *AF*; отсюда под прямым углом проведем прямую вниз до пересечения с линией *LK*. Эта линия частично определяет местоположение гривы.

Линия, идущая от точки *G* к верхнему левому углу большего прямоугольника, определяет другую часть гривы; остальная часть гривы совершенно ясна.

Линия *MJ* пересекает линию *DE* в некоторой точке, а точка *R* определяется линией *EK*. Отсюда мы находим верхнюю часть языка.

Нижняя часть языка определяется линией, идущей от точки *S* до левого конца линии, проходящей через точку *O*.

Линия *EH* определяет окончание нижней части языка и

устанавливает точки *T* и *Q*. Соединим точки *T* и *Q* и отметим, что точка *S* лежит посредине между точками *T* и *I*. Прямоугольник *AB* является величиной, обратной прямоугольнику 1,309 *AF* и вписан в него.

Линия *GB* пересекает диагональ основного прямоугольника в точке *C*.

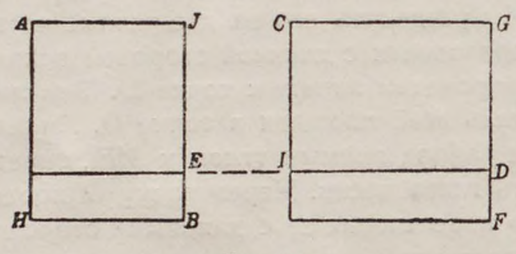


Рис. 65

Затем проведем: линию *DE* через точку *C*; линию *EB*, чтобы найти точку *H*, и линии *IJ* и *LK* через точку *H*.

AK — квадрат.

Прочие линии и точки, как *JB*, *EK*, *MT* и *N*, *P*, *R*, *O* и *Q*, совершенно ясны с точки зрения их построения и композиционного значения.

Точка *S* находится посредине между точками *T* и *I*.

Для читателя послужило бы хорошей практикой — найти другие точки и линии той же композиционной схемы.

Передний вид головы льва (рис. 66) вписывается в квадрат. Отношения бокового вида, основанные на прямоугольнике 1,309, перенесены и на передний разрез. Следует отметить, что квадрат в любом прямоугольнике (в нашем случае в прямоугольнике 1,309), будучи перенесен в квадрат, как в данном случае, создает внутри этого квадрата фигуру, подобную основному прямоугольнику, подразделением которого он являлся (см. рис. 65).

AE на рис. 65 — квадрат в пределах прямоугольника 1,309 *AB*. Этот квадрат, будучи перенесен со всем прямоугольником *AB* на квадрат *CF*, образует внутри квадрата *CF* прямоугольник 1,309 *CP*. Это приложимо к любому прямоугольнику. Подобным же образом и другие пропорции прямоугольника *AB* имеют свое отражение в квадрате

CF. Это объясняется тем, что линия *AH* равна *CG* и *AJ* равна *JE* и *CI*.

Проведем диагонали прямоугольника *AD* на рис. 66. Эти диагонали пересекут диагонали основного квадрата в точках *E* и *F*.



Рис. 66

Через точки *E* и *F* проведем линии *GH* и *JI*. Потом проведем диагонали от точек *H* и *I* к верхним углам основного квадрата; одной из таких диагоналей будет линия *AH*.

AH пересекает линию *CD* в точке, позволяющей нам определить точку *L*, которая в свою очередь определяет точку *Q* и позволяет провести линии *NM* и *PO*.

AK — половина большого квадрата, и его диагональ проходит через точку *L*.

Продлив линию *CL*, мы определяем верхнюю часть глаз и верхнюю линию ушей нашей маски.

Прочие линии и точки, уточняющие композицию, ясны из конструкции чертежа на рис. 66.

Квадрат, построенный внутри прямоугольника 1,309 на меньшей его стороне, перенесенный на квадрат, сторона которого равна большей стороне прямоугольника 1,309, отсекает от площади этого квадрата прямоугольник 1,309 (*AB* на рис. 66).

Таким образом, наиболее существенные отношения бокового вида переносятся на передний вид.

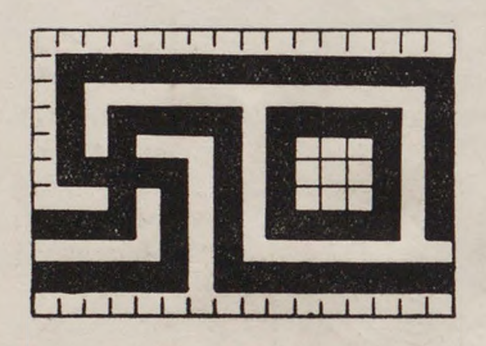


Рис. 67

Линия *CD* переднего вида соответствует на боковом виде линии *GB* (рис. 64), которая отсекает обратную площадь прямоугольника бокового разреза.

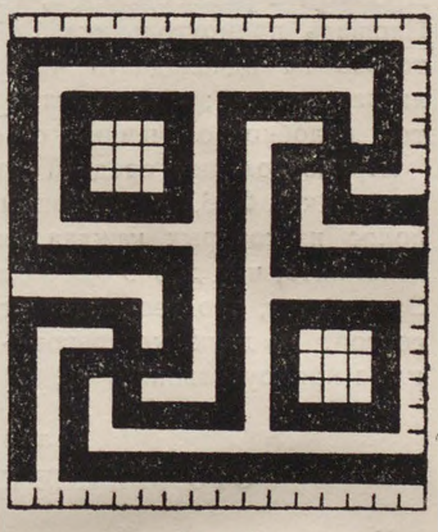
Диагонали прямоугольника *AD*, пересекающие диагонали всего квадрата, определяют точки *E* и *F* и линии *GH* и *JI*.

AK — диагональ половины основного квадрата. Проведем линию *AH*.

Точки *L* и *Q* определяются линиями *AH* и *AK*. Остальная часть построения (рис. 66) ясна без дополнительных объяснений.

Динамические прямоугольники дают нам темы мотивов для орнамента. Благодаря динамическому методу эти мотивы разнообразны до бесконечности. Они позволяют нам совершенно по-новому обогатить орнамент. Если только вспомнить, что со времени готической эпохи не было создано новых первоклассных орнаментальных мотивов, то нам станет очевидной ценность динамического метода. Когда были изучены орнаментальные мотивы афинского Парфенона, то в процессе динамического анализа обнаружилось, что господствующее в наши дни объяснение построения этого рисунка совершенно ложно. В качестве иллюстрации нашей мысли возьмем метод построения знаменитого греческого меандра или греческого прямоугольного орнамента. Современный метод его построения сво-

дится к тому, чтобы начертить известное количество небольших квадратов и на основе этой сетки квадратов построить данный орнамент. На Акрополе имеются отдельные мраморные фрагменты, на которых нарисован меандр. Над Панафинейским фризом мы имеем пример сложного меандра (рис. 68), а под карнизом (рис. 67) — пример простого меандра. Эти образцы были, повидимому, исполнены золотом и лазурью, но первоначальная краска и позолота почти совершенно исчезли. Мраморная поверхность была, очевидно, сначала покрыта слоем золота, некоторая часть которого сохранилась до наших дней. На эту подготовленную таким образом поверхность были нанесены вертикальные и горизонтальные линии, которые также видны и сейчас. С первого взгляда могло показаться, что факты подтверждают современный метод построения меандра, так как эти линии, казалось, действительно намечали квадраты.


Рис. 68

Только после попытки реконструировать меандр было найдено, что сетка, сделанная греками, состояла не из квадратов.

Единственный путь, благодаря которому реконструкция могла быть сделана так, чтобы соответствовать оригиналу, сводился к следующему: вначале был установлен динамический прямоугольник, подобный прямоугольнику, построенному на основе точек, имеющихся на самом памятнике. Для сложного меандра над Панафинейским фризом этой единицей служил прямоугольник 1,18, иначе — площадь, подобная половине площади средней части целлы. Эта площадь была разделена вертикально на шестнадцать частей

и горизонтально на девятнадцать частей. В результате получился ряд прямоугольников, лишь очень незначительно отличающихся от квадратов. Повидимому, это различие в точности выражает разницу между совершенными и несовершенными пропорциями.[13] Единицей для меандра, находящегося под карнизом, является прямоугольник 1,472. Дробь 0,472 равна $0{,}236 \times 2$, тогда как 0,118 равно $0{,}236 : 2$. Площадь прямоугольника 1,472 была разделена горизонтально на одиннадцать частей и вертикально на шестнадцать частей; в результате получился ряд квази-квадратов, подобно полученным от образца фриза.

(Прямоугольник средней части целлы является прямоугольником 2,36, разделенным центрами колонн на десять полос, из которых каждая имеет ширину 0,236. Следует вспомнить, что дробь 0,236 есть обратное число для 4,236. Это значит, что весь прямоугольник средней части целлы состоит из двух квадратов — т. е. прямоугольника $\sqrt{4}$ — плюс прямоугольник $\sqrt{5}$).

ГЛАВА 10

ОФОРМЛЕНИЕ КНИГ И НАБОРА

Художественно-композиционный метод динамической симметрии можно хорошо показать на примере оформления книжной страницы и рисунков на страницах книги. Мы будем при этом применять знакомые нам прямоугольники и простейшие их подразделения. Предположим сначала, что печатник принужден следовать известной композиции, данной художником. Ниже мы рассмотрим те же проблемы с точки зрения печатника и возьмем те форматы и площади, с которыми он может встретиться в своей практике.

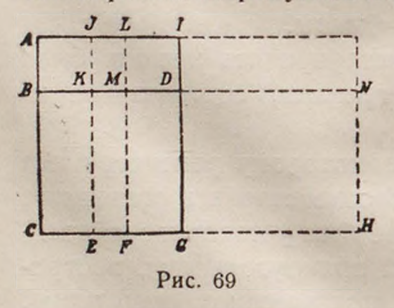


Рис. 69

Когда меньшая или большая сторона прямоугольника разделена в известном отношении, взаимоотношение между линиями или площадями, разделенными таким образом,

остается без изменения в любом избранном нами динамическом построении. Примером послужит нам рис. 69.

AC — длинная сторона прямоугольника 1,382 *AG*; *BG* — квадрат, принятый нами за единицу. Сторона *AC* разделена в точке *B* в отношении 0,382 или 2,618 (меньшее число является обратным для большего). Отношение площади *AD* к площади *BG* равно отношению 0,382 к 1. Допустим, что отрезок *AJ* равен 0,382. Тогда площадь *AK* относится к площади *BE*, как 1 к 2,618, или площадь *BE* относится к площади *AK*, как 1 к 0,382.

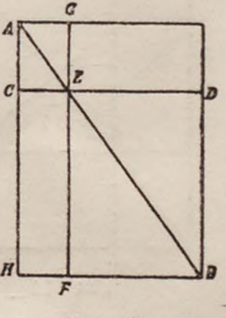


Рис. 70

Допустим, что отрезок *AL* выражается, как 0,618; тогда площадь *AM* относится к площади *BF*, как 1 к 2,618, тогда как площадь *BF* относится к площади *AM*, как 1 к 0,382; то же соотношение существует между площадями *AN* и *BH* и т. д. Геометрическое положение может быть доказано арифметическим путем при помощи числового выражения сторон данных прямоугольников или их соотношений (последние находятся путем деления числовых выражений меньших и больших сторон друг на друга). Например *AM* есть площадь $0{,}382 \times 0{,}618$. В результате деления получаем $0{,}618 : 0{,}382 = 1{,}618$; или $0{,}382 : 0{,}618 = 0{,}618$. Площадь *BF* $(1 : 0{,}618)$ равна 1,618; $1{,}618 : 0{,}618 = 2{,}618$ и т. д.

Соотношение между 0,382 и 1 можно развить дальше, если провести диагональ всей фигуры, как указано на рис. 70.

AB — прямоугольник 1,382; *CB* — квадрат. Диагональ *AB* пересекает линию *CD* в точке *E*; отношение между *AE* и *EB* и между *CE* и *ED* есть 1,382.

Если провести линию *GF* параллельно *AH* через точку *E*, то в результате мы получаем отношение 1,382 между:

AE и *EH*
GD и *DF*
HF и *ED*
AE и *GD* и т. д.

Прямоугольники *GD* и *EH* равны друг другу по площади. *AE* и *EB* — подобные прямоугольники.

Этот плодотворный метод деления стороны прямоугольника следует изучить тщательно, так как именно при помощи этого пропорционального деления греки создали свои величайшие художественные композиции. В Египте, на стене подземной каменоломни, был найден чертеж капители колонны, исполненный красной краской. Смысл этого чертежа оставался тайным, пока не была открыта динамическая симметрия. Теперь этот чертеж нам ясен. Это — тема прямоугольника $\sqrt{2}$. При этом метод построения очень похож на метод, примененный нами при определении пропорций таких простых тем, как страница книги.

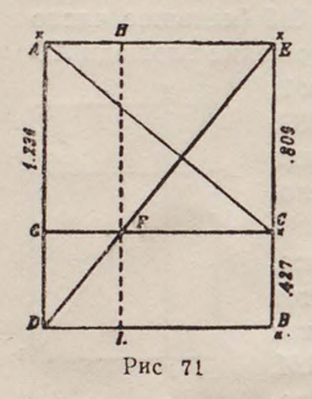


Рис 71

Рассматривая дальше пропорциональные соотношения в динамически расчлененном прямоугольнике, мы определяем обратную площадь прямоугольника, как указано на рис. 71.

AB — прямоугольник 1,236, *AC* — обратная ему величина. Числовые выражения следующие: $AD = 1{,}236$; $DB = 1$; $EC = 0{,}809$; $CB = 0{,}427$. Пропорция, установленная линией *GC*, выражается отношением 0,427 к 0,809, т. е. 1,8944 (отношение *CB* к *CE*).

Через точку *F* проведем линию *HI*, параллельную *EB*.

AF	относится	к *FE*,	как	
DC	„	„ *CA*	„	
FD	„	„ *BF*	„	
AI	„	„ *IE*	„	
GF	„	„ *FC*	„	
EF	„	„ *FD*	„	и т. д.

Прямоугольник *AF* равен по площади прямоугольнику *FB* и подобен прямоугольнику *GB*.

GB — прямоугольник 0,427 (точнее 0,42705). Дробь 0,427 есть обратное число для 2,3416 плюс 1 или для трех прямо-

угольников $\sqrt{5}$ плюс квадрат $(0{,}4472 \times 3 + 1)$. Будучи подобным *GB*, *AF* представляет собою прямоугольник 2,3416.

Прямоугольник *DF* подобен прямоугольнику *DE*, потому что оба эти прямоугольника имеют общую диагональ; другими словами, *DE* — прямоугольник 1,236, *AF* — прямоугольник 2,3416; *DF* — прямоугольник 1,236, т. е. он подобен основному прямоугольнику. Разделив большее из этих значений на меньшее, получим 1,8944 и т. д.

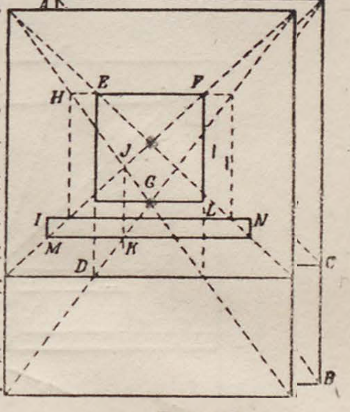


Рис. 72

Конечно, для художника нет необходимости проделывать весь этот анализ и все вычисления, но ему рекомендуется проделать их хотя бы частично, потому что таким путем он хорошо ознакомится с пропорциями и их приложением к художественной композиции.

Изучение пропорциональных свойств динамических прямоугольников следует начинать с определения некоторых из их простейших и наиболее очевидных подразделений, которые могут пригодиться, например, для композиции книжной страницы. Начнем с размещения, которое предположительно предпочтет печатник.

Для начала возьмем площадь, к которой мы обращались очень часто в предыдущих главах, т. е. прямоугольник 1,4472, и на его площади разместим простую композицию, рассчитанную на рисунок и на некоторое количество текста.

AB на рис. 72 — прямоугольник 1,4472, в котором *AC* — квадрат, т. е. площадь, принятая нами за единицу. Проведем диагонали прямоугольников *AB* и *AC*.

Линия *OC* пересекает диагональ основного прямоугольника в точке *D*.

Проведем линии *DE* и *EF*: точки *E* и *F* лежат на диагоналях квадрата.

Точка *G* позволяет нам построить прямоугольник *EL*.

Продолжим линию *FE* до точки *H*; последняя определяет

точку *I*. От точки *J* проведем линию *JK* и построим прямоугольник *MN*.

OB — прямоугольник $\sqrt{5}$, представляющий собой часть основного прямоугольника.

Три площади, которые мы определили, могут быть использованы для рисунка или заставки (*EL*), для заголовка (*MN* и для набора (*OB*).

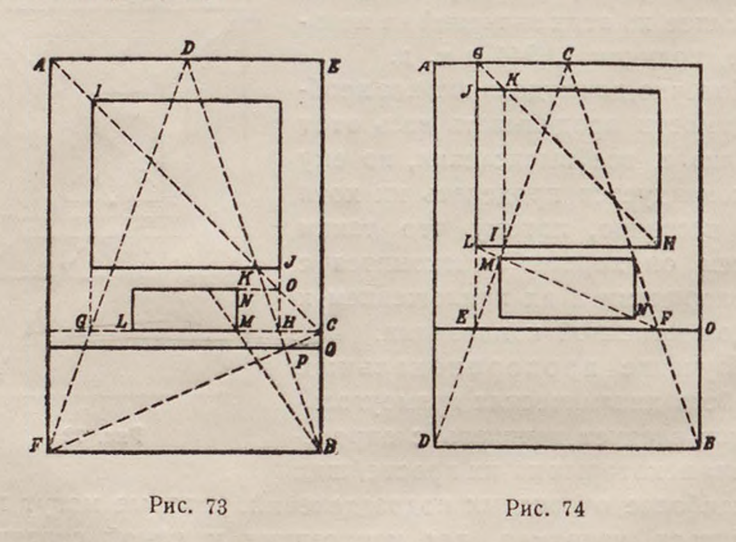


Рис. 73

Рис. 74

AB на рис. 73 — прямоугольник 1,4472, а *AC* — прямоугольник, принятый нами за единицу. Точка *D* лежит в середине отрезка *AE*. *DB* и *DF* — диагонали двух половин всей площади прямоугольника *AB*. Эти диагонали определяют точки *G* и *H*.

AC — диагональ квадрата, принятого за единицу.

Проведем линию *GI* и прямую через точку *K* и построим прямоугольник *IJ*.

Точки *L* и *M* лежат на прямой *GC*, которая представляет собою сторону прямоугольника $\sqrt{5}$; эти точки определяются диагоналями основного прямоугольника. Построим прямоугольник *LN*, использовав точки *L*, *N* и *O*.

FC — диагональ прямоугольника $\sqrt{5}$. Она пересекает линию *DB* в точке *P* и определяет этим прямоугольник *FQ*.

IJ, *LN* и *FQ* — прямоугольники внутри основной площади *AB*, которые дают композицию книжной страницы.

Как и в предыдущем примере, на рис. 74 изображен прямоугольник, состоящий из квадрата плюс прямоугольник $\sqrt{5}$. *CD* и*CB*—диагонали двух половин всего прямоугольника. Две половины равны целому; следовательно, прямоугольник *GF* — квадрат плюс прямоугольник $\sqrt{5}$.

Прямая *KI* определяет прямоугольник *JH*.

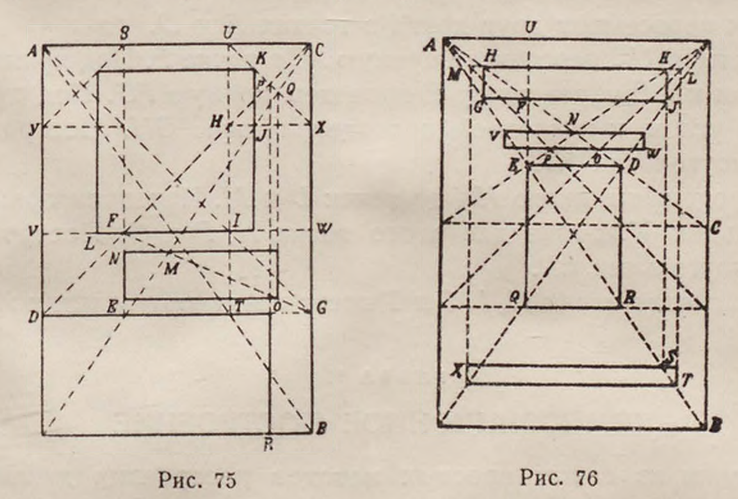


Рис. 75

Рис. 76

LF — диагональ прямоугольника $\sqrt{5}$; она определяет прямоугольник *MN*. *DO* есть больший прямоугольник $\sqrt{5}$.

На рис. 75 еще раз изображен прямоугольник 1,4472. Его диагональ пересекает сторону прямоугольника $\sqrt{5}$ — D*G* — в точке *E*. *DC*, т. е. диагональ квадрата, принятого за единицу, пересекает прямую *SE* в точке *F*. Проведем прямую *VW* через точку *F*. Площадь *AW* — обратная площадь в большом квадрате, а *SW* — квадрат. Большой квадрат *DC* состоит из прямоугольника $\sqrt{5}$ *AF*, квадратов *DF* и *FC* и прямоугольника $\sqrt{5}$ *FG* внизу.

CI, *GH*, *SX*, *AH*, *YE* *DI* также являются прямоугольниками $\sqrt{5}$.

Диагональ основного прямоугольника пересекает сторону квадрата *UX* в точке *J*. Последняя определяет точку *K* и позволяет построить прямоугольник *KL*.

Диагональ прямоугольника $\sqrt{5}$ *FG* и линия, проведенная из точки *Q*, определяют площадь прямоугольника *NO*.

Линия, проведенная из точки P, определяет прямоугольник DR внутри прямоугольника $\sqrt{5}$ DB.

В прямоугольнике AB на рис. 76, состоящем из квадрата и прямоугольника $\sqrt{5}$, AC есть обратный прямоугольник, в котором UC — квадрат.

Диагонали основного прямоугольника и его обратной площади пересекают друг друга в точках E и D.

Прямая UE пересекает прямую AC в точке F. Под прямым углом к UE через точку F проведем прямую FG. Под прямым углом к последней проведем прямую GH. Построим прямоугольник HJ.

Продолжим линию HK до точек L и M. Начертим прямоугольник VW, взяв для этого точки N, P и O. Построим прямоугольник ER.

На основе точек M, L, S и T построим прямоугольник XT.

ГЛАВА 11

КОМПОЗИЦИОННОЕ ПОСТРОЕНИЕ

Одним из самых простых методов построения динамической композиции является метод применения нескольких диагональных линий. Приведем пример.

Допустим, что AB на рис. 77*a* — динамическая площадь и что нам желательно начать построение в пределах этой площади, однако без анализа ее подразделений.

Допустим, что AC есть квадрат. Диагональ всей фигуры пересекает прямую CD в точке E.

Через точку E проведем прямую FG, которая пересечет прямую AC в точке H.

Из точки H проведем прямую HI и дальше прямые IJ и JK, под прямыми углами друг к другу.

Если все эти прямые продолжить до их пересечения со сторонами основного прямоугольника, то в результате мы получим рис. 77*b*.

Основной идеей этого пропорционального построения является подобие и равенство прямоугольников.

В любом прямоугольнике, как, например, в AB на рис. 78, диагональ делит его на два равных треугольника (*1* и *2*).

Если провести прямые через любую точку, лежащую на диагонали AB, так, чтобы они доходили до сторон основного прямоугольника, то вся площадь последнего окажется расчлененной на подобные ему прямоугольники и на прямоугольники, равновеликие между собой.

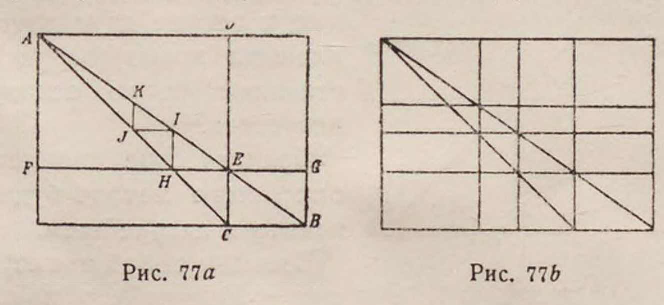


Рис. 77*a* Рис. 77*b*

Допустим, что на рис. 79 точка C — любая такая точка на диагонали AB. Через точку C проведем прямые DE и FG.

Прямоугольники AC и CB подобны прямоугольнику AB, и каждый из них состоит из двух подобных и равных друг другу прямоугольных треугольников.

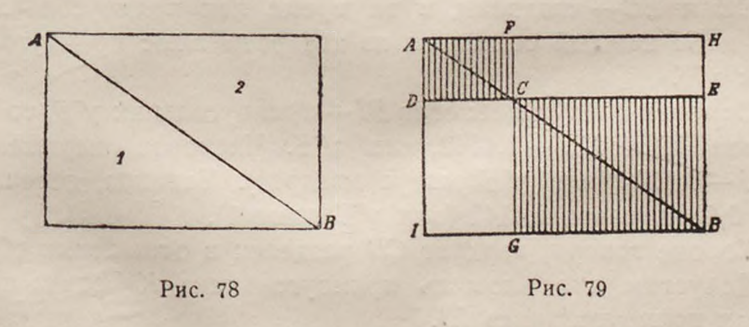


Рис. 78 Рис. 79

Если заштриховать прямоугольники AC и CB, как показано на рис. 79, то останутся незаштрихованными прямоугольники DG и FE. Эти два прямоугольника равны друг другу по площади на следующем основании.

Треугольник AHB подобен и равен треугольнику AIB.

Из треугольника AHB были вычтены треугольники AFC и CEB; из треугольника же AIB были вычтены треугольники ADC и CGB. Следовательно, прямоугольник DG дол-

жен быть равен по площади прямоугольнику *FE*, и прямоугольник *AE* равен по площади прямоугольнику *FI*. Эта теорема является одной из древнейших геометрических теорем и была применена греками с поразительным успехом. Художник и архитектор должны помнить, что подобные и равные друг другу по площади прямоугольники составляют самую основу их искусства.[14]

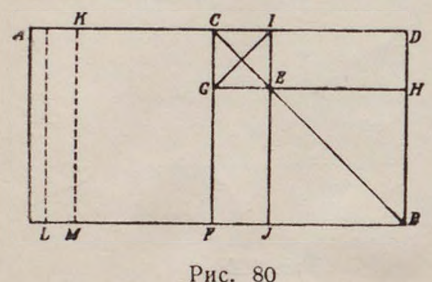


Рис. 80

Практическое применение описанного метода будет пояснено в дальнейшем.

Возьмем любой прямоугольник и начнем его подразделение при помощи диагональных линий.

AB на рис. 80 — любой прямоугольник; *CB* — квадрат, который нам легко построить, взяв отрезок *BF*, равный *BD*.

На диагонали *CB* отложим отрезок *BE*, равный *BD*.

Через точку *E* проведем прямые *GH* и *IJ*.

BI и *BG* — прямоугольники $\sqrt{2}$.

CE и *EB* — квадраты, в то время как прямоугольники *.H* и *GJ* каждый составлен из квадрата плюс прямоугольник $\sqrt{2}$.

Отметим следующее: если *BI* — прямоугольник $\sqrt{2}$, то *ID* равен 1, а *DB* — 1,4142, или $\sqrt{2}$. Числовое выражение *DH* — 0,4142 (или $\sqrt{2}$ минус квадрат). Единица, деленная на 0,4142, равна 2,4142 (или $\sqrt{2}$ плюс 1).

Короче говоря, квадрат *CB* разделен в отношении $\sqrt{2}$.

Допустим, что площадь прямоугольника *KF* равна площади прямоугольника *IB*.

Прямоугольник *KB* состоит из квадрата *CB* плюс прямоугольник $\sqrt{2}$ *KF*. По отношению к первоначальной площади прямоугольника *AB* площадь прямоугольника *KB* определяется в отношении $\sqrt{2}$.

Мы можем убедиться на опыте, что не принятая нами в расчет площадь прямоугольника *AM* не является каким-либо логическим подразделением прямоугольника $\sqrt{2}$. Мы можем вычесть из площади прямоугольника *AM* какую-

нибудь площадь (скажем, *KL*), которая является непосредственной частью прямоугольника $\sqrt{2}$ (например половина площади *CJ*). Площадь прямоугольника *LD* выражена в отношении $\sqrt{2}$, и площадь прямоугольника *AL* есть лишняя площадь, которую мы не в состоянии определить в данном отношении. Эту лишнюю площадь мы можем рассматривать как ошибку, лежащую вне системы прямоугольника $\sqrt{2}$. Наша композиция, чтобы действительно быть по-

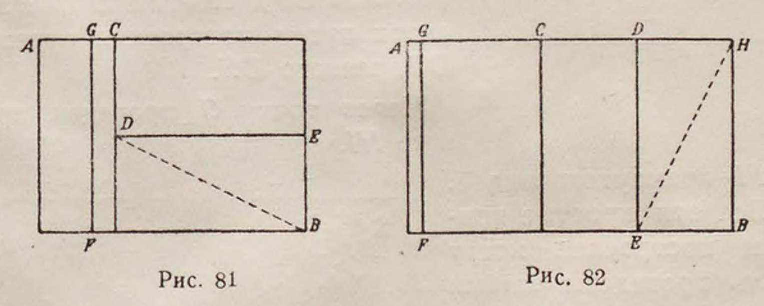


Рис. 81   Рис. 82

следовательной композицией, развивающей тему $\sqrt{2}$, должна быть построена в пределах прямоугольника *LD*.

Ошибка (площадь *AL*) может быть замаскирована введением обрамляющей каймы, прикрыта рамой или вообще скрыта от глаз зрителя любым подходящим способом.

Допустим, что *CB* на рис. 81 — квадрат в любом прямоугольнике *AB*. Разделим квадрат *CB* линией *DE* на две равные части. (Прямоугольники *BD* и *EC* состоят каждый из двух квадратов.)

Проведем диагональ *DB*, которая представляет собой диагональ прямоугольника, состоящего из двух квадратов. Построим отрезок *BF* равным *BD* и проведем прямую *FG*.

Прямоугольник *GB* состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$, т. е. из *GE* и *EF*.

Приняв какое-либо логическое подразделение *GE* или *EF*, мы можем включить в нашу композицию только часть лишней площади *AF*, какую мы пожелаем, и разработать нашу композицию в отношениях $\sqrt{5}$.

Вместо того чтобы поступать вышеуказанным способом, мы можем разделить квадрат *CB* на две равные части линией *DE*, как показано на рис. 82.

EH — диагональ, пересекающая два квадрата.

Построим отрезок *EF*, равный *EH*.

GB — прямоугольник золотого сечения.

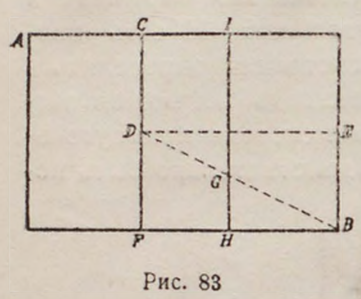


Рис. 83

Теперь обратимся к рис. 83. Квадрат *CB* разделен на две равные части линией *DE*; точка *G*, лежащая на диагонали *DB*, находится путем построения отрезка *DG*, равного *DF*.

Через точку *G* проведем прямую *HI*.

FI—прямоугольник $\sqrt{5}$.

Все эти простые приемы построения могут быть проведены любым подходящим способом и без вычислений.

Другой метод сводится к построению ряда подходящих шкал, выраженных в отношениях площадей динамических прямоугольников.

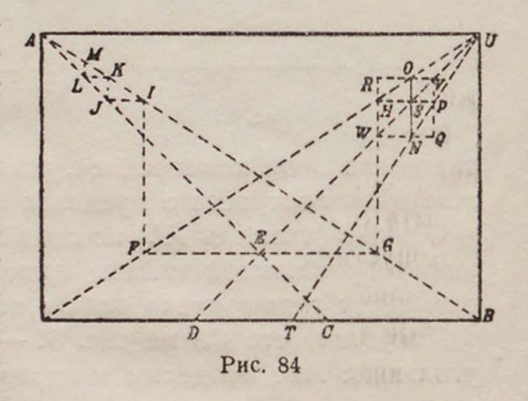


Рис. 84

AB на рис. 84 — прямоугольник 1,528 с его диагоналями.

AC и *DU* — диагонали квадратов, пересекающиеся в точке *E*. Через точку *E* проведем прямую *FG*.

Под прямым углом к прямой *FG* проведем прямые *FI* и *GH*.

TU — диагональ обратной площади.

Из точки *I* проведем линии *IJ*, *JK*, *KL* и *LM*.

Из точки *H* проведем линии *HS*, *SO* и *OV*. Построим также квадрат *WV*.

Квадрат *WV* подразделен прямыми *HP* и *ON* на прямоугольники, подобные прямоугольнику *AB* с его подразделениями. Ход мысли может быть, в зависимости от намере-

ния художника, продолжен и дальше. Мы получаем в результате шкалу, разделенную в отношениях прямоугольника 1,528. Эта шкала может быть использована в любых художественно-композиционных целях.

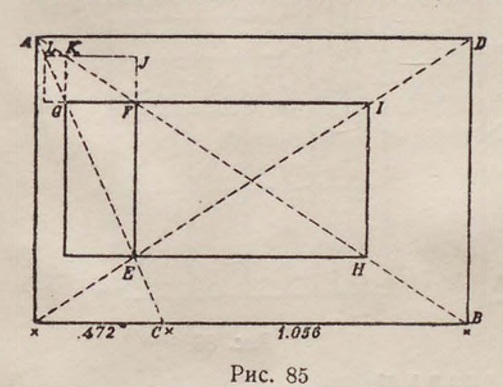


Рис. 85

Рис. 85 дает прямоугольник 1,528 и его диагонали.

AC — дополнение для 0,528, т. е. 0,472.

При помощи точки *E* построим прямоугольник 1,528 *EI*.

Продолжим линию *IF* до точки *G* и построим прямоугольник 0,472 *GE*.

Прямоугольник *GH* составлен из двух квадратов (1,528 + 0,472).

Проведем линию *GK* и построим два квадрата *LF*.

Этот чертеж дает пример другой тематической схемы, построенной в отношениях 1,528 и 2.

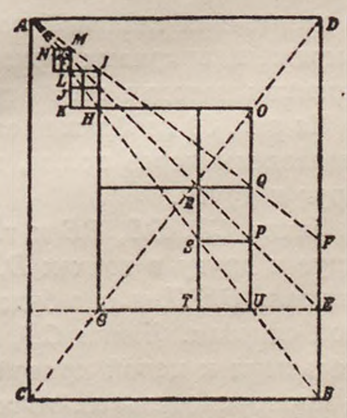


Рис. 86

Рис. 86 дает прямоугольник 1,309. *AE* — квадрат, *AF* — обратная площадь.

Проведем прямые *UO*, *OH*, *HI*, *IL* и *LM* и построим прямоугольники 1,309 на диагонали *AB*.

Это — тематическая схема, которая может быть применена в качестве шкалы для построения прямоугольников.

Рис. 87 дает прямоугольник 1,382, разделенный на единицы данной площади, при *AB* = 0,809 и *BC* = 0,573.

Рис. 88 дает прямоугольник 1,382, разделенный на единицы данной площади, причем *AC* представляет собой квадрат, а *BC* = 0,382.

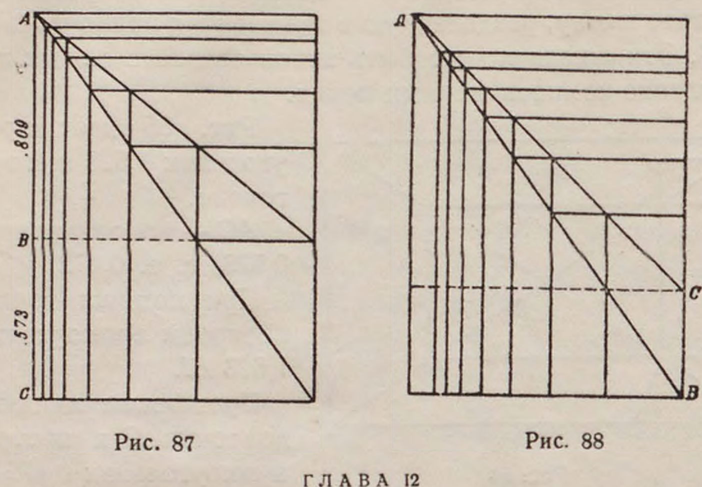


Рис. 87　　Рис. 88

ГЛАВА 12

СПИРАЛИ

Общий принцип, лежащий в основе греческой конструкции кривых всех типов, коренится в отношении кривой линии к ее касательной. Эта мысль очень ясно сквозит в очертаниях глиняной посуды и с не меньшей точностью выражена в кривых фризов и волют. В природе тот же принцип находит себе отражение в завитках раковин.[15]

На рис. 89 изображен завиток раковины. Линии *BC* и *DE* проведены через полюс, или центр, *A* под прямым углом друг к другу.

Линии *CD*, *DB*, *BE* и т. д. сходятся под прямым углом друг к другу в точках *D*, *B* и *E*. Мы можем начертить спираль *GFHI*, и она будет подобна большой криволинейной спирали. Линии *CD*, *DB* и *BE* и т. д. являются касательными к малой кривой спирали и соприкасаются с ней в пропорциональных точках.

Если мы возьмем обратную спираль или обратную ее пропорцию, замкнутую в прямоугольнике, то следует применить конструкцию, изображенную на рис. 90.

AC — площадь, обратная по величине площади *AB*, точка *D* — полюс, в котором прямые *EF* и *AC* пересекаются под прямым углом.

Через точку *D* проведем *GI* и *HJ*, которые тоже пересекаются под прямым углом в точке *D*.

Кривая соприкасается с касательными *BF*, *FA*, *AE* и т. д. в точках *J*, *G*, *H* и *I*.

Другие точки кривой можно определить математическим путем, установив среднюю пропорциональную любых двух линий, как *JD*, *GD*, *HD* или *ID*.

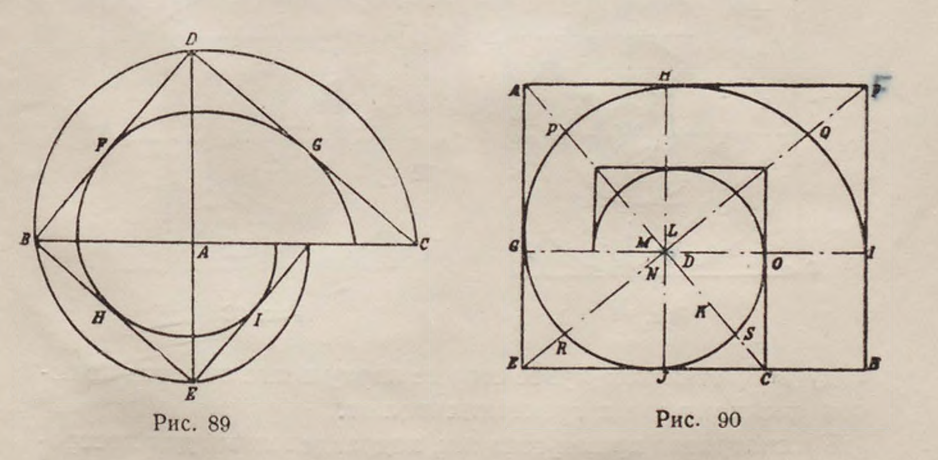


Рис. 89

Рис. 90

Для практических целей мы можем использовать дугу в четверть окружности. В тех случаях, когда требуется еще большая точность, следует применять дугу в одну восьмую окружности.

Центром для одной из ножек циркуля будет служить для каждой дуги точка, равно отстоящая от двух точек на кривой.

Из практических соображений желательно, чтобы эти точки лежали иа линиях *EF* и *AC*.

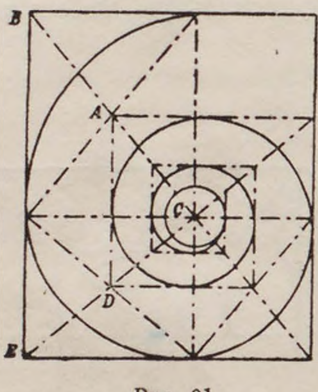
Опытным путем найдем точку *K* на линии *AC*, равно отстоящую от точек *H* и *I*, и опишем кривую при помощи циркуля.

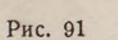
На линии *EF* найдем точку *L* на одинаковом расстоянии от точек *G* и *H*.

На линии *AC* найдем таким же образом точку *M* для дуги *GJ*, а на линии *EF* — точку *N* для дуги *OJ* и т. д.

Для большей точности мы можем опытным путем найти точки на линиях *EF*, *AC*, *HJ* и *GI* для дуг *IQ*, *QH*, *HP*, *PG*, *GR*, *RJ*, *JS*, *SO* и т. д.

Метод вычерчивания ионийской волюты в течение веков оставался тайной, пока автором не были найдены в 1902




Рис. 91

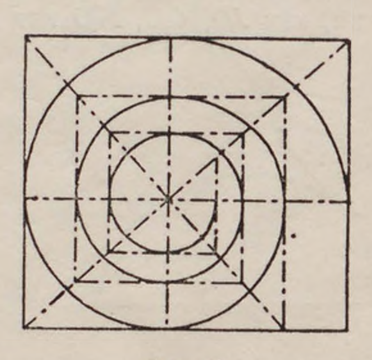


Рис. 92

году в Британском музее старые циркульные отметки полюсов незаконченных греческих волют.

Рассматривая прямоугольник, подразделенный для построения спирали, мы отмечаем следующие пункты:

Установление обратной пропорции *AC*.

Установление подобных фигур основного прямоугольника *плюс его обратный прямоугольник,* как *AI, AJ, GC* и т. д.

IH — прямоугольник, подобный основному прямоугольнику, *AD* — его обратный прямоугольник; угол *IHG* — прямой.

AD — прямоугольник, подобный основному прямоугольнику, *GJ* — его обратный прямоугольник; угол *HGJ* — прямой и т. д.

BO — дополнительная площадь. Мы можем найти числовое выражение для *BO,* установив числовое выражение для *AG,* которое выразится по отношению к *AB,* как обратное число.

Вычтем *AG* из *AE* и разделим *EB* на *GE*.

Вычтем *EC* из *EB*. Остаток будет соответствовать числовому выражению для *CB* или вместе с *GE,* — для прямоугольника *BO*.

На рис. 91 изображена идеальная ионийская волюта. Отношение прямоугольника — 1,191. Дробь 0,191 является половиной от 0,382.

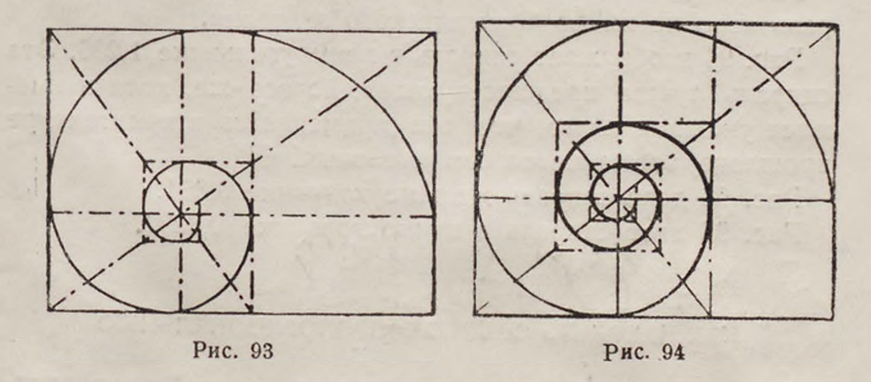


Рис. 93 Рис. 94

Она выражает отношение 5,236 (или 2,618 × 2); 0,191 есть также разность между единицей и 0,809.

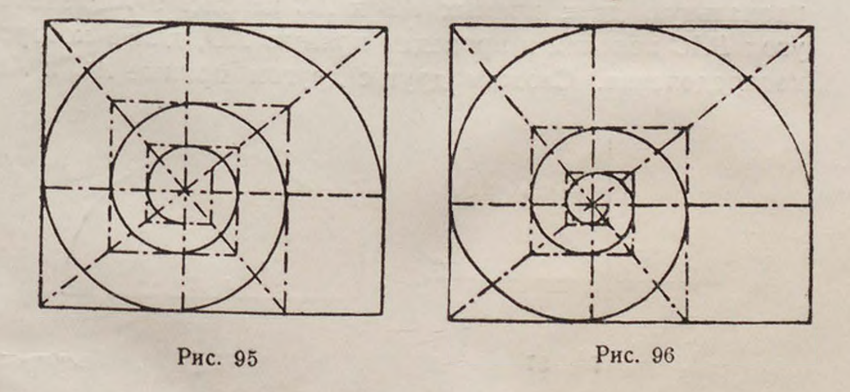


Рис. 95 Рис. 96

Существенным моментом является, что прямоугольная спираль занимает четверть площади каждого предшествующего прямоугольника 1,191. Площадь *AC* равна четверти площади *BC*; прямоугольник *CD* равен четверти прямоугольника *CE*.

Рис. 92 изображает спирали в прямоугольнике 1,118.

Для некоторых целей — это прекрасная волюта. Следует отметить, что центральный глазок ее должен быть очень широким, чтобы правильно закончить ее у центра.

Волюта, построенная в данной пропорции, применялась греками, повидимому, в ранних ионийских храмах.

Рис. 93 дает спираль в прямоугольнике 1,382. Эта спираль явно не имеет практического значения.

Рис. 94 изображает спираль в прямоугольнике 1,236. Эта спираль лучше предшествующей, но все же, хотя и имеются указания на то, что она применялась в архитектуре прошлого, это кажется сомнительным.

Рис. 95 дает спираль в прямоугольнике 0,854.

Рис. 96 дает спираль в прямоугольнике 0,8292.

КАК НАХОДИТЬ СРЕДНЮЮ ПРОПОРЦИОНАЛЬНУЮ

Геометрический метод нахождения средней пропорциональной двух линий сводится к следующему:

Предположим, что нам следует найти среднюю пропорциональную двух прямых *AB* и *AC* на рис. 97. Разделим угол *BAC* пополам и проведем прямую *AD*, длина которой неопределенна. Сложим друг с другом прямые *AC* и *AB*,

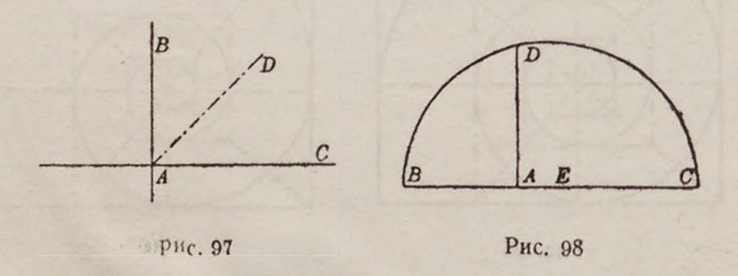


Рис. 97 Рис. 98

как указано на рис. 98. Разделим всю прямую *BC* на две равные части в точке *E*. Приняв точку *E* за центр, опишем полуокружность *BDC*. Под прямым углом к прямой *BC* проведем через *A* прямую *AD*. *AD* — средняя пропорциональная между *AB* и *AC*; это — та линия, которую мы искали для *AD* на рис. 97.

В случае необходимости средние пропорциональные линии могут быть найдены и для точек, лежащих между данными точками, т. е. для любых двух точек.

Для нахождения точки, лежащей между точками *D* и *B*, мы разделим угол *DAB* пополам и добавим прямые *AD* и *AB*, как указано на рис. 98.

Когда таким образом будет найдено достаточное число точек, они могут быть соединены друг с другом мягкой кривой. Эта кривая — кривая раковины.

Если же, как было указано, данный прямоугольник немногим больше квадрата, то при помощи циркуля мы можем начертить приблизительную кривую. Пределы идеальной ионийской волюты лежат, повидимому, между прямоугольником 1,0652 и прямоугольником 1,309. Такая приближенная кривая будет соответствовать обычным требованиям композиции. Конечно, было бы лучше определить такую кривую путем средних пропорциональных. Однако это слишком кропотливо.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ ПАРФЕНОНА И ДРУГИХ ГРЕЧЕСКИХ ХРАМОВ

ГЛАВА I

МЕТОД АНАЛИЗА ЗДАНИЯ

Существуют два метода анализа, которые могут быть применены для изучения пропорций Парфенона.[16]

При первом методе мы пользуемся известными подразделениями плана храма, установленными его архитекторами; сюда относятся площади плана, определяемые центрами колонн.

Другой метод сводится к установлению пропорционального характера пространств и масс храма, как это явствует из планов и чертежей, построенных в двух или трех измерениях.

Второй метод является более широким по своему характеру и вскрывает всевозможные виды пропорциональных и непропорциональных соотношений.

Первый метод по необходимости ограничен известной частью плана, данного в двух измерениях; второй метод охватывает каждый аспект двухмерного и трехмерного образа.

При анализе Парфенона приходится сталкиваться с тремя прямоугольниками:

1) прямоугольник $\sqrt{5}$; числовое выражение его 2,236; обратное число 0,4472;

2) прямоугольник 1,618; обратное число 0,618;

3) прямоугольник 0,236, представляющий собой разность между площадью двух квадратов и площадью прямоугольника $\sqrt{5}$ (т. е. 2,236 — 2). Дробь 0,236 есть обратное число для 4,236 (т. е. прямоугольник $\sqrt{5}$ плюс два квадрата).

Если провести прямые линии через центры угловых колонн по всей длине пола храма, от центра к центру равномерно отстоящих друг от друга фасадных колонн, то ограничиваемая этими линиями площадь состоит из прямоугольников 0,618, размещенных в своеобразном порядке. Угловые колонны шире по своему диаметру, чем промежуточные колонны; поэтому центры первых отстоят несколько дальше от края верхней ступени стилобата, чем центры последних.

С каждой короткой стороны имеется по шести колонн, равномерно отстоящих друг от друга. Площадь, состоящая

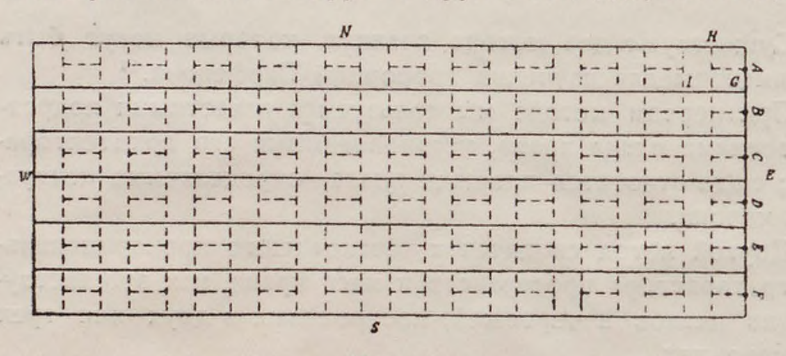


Рис. 99

из этих шести полос, делит большую часть пола храма на прямоугольники 0,618, расположенные в виде решетки (см. рис. 99).

A, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* — центры шести равноотстоящих друг от друга колонн фасада, определяемого центрами угловых колонн.

Прямоугольник *GH* состоит из двух прямоугольников 0,618.

HI — прямоугольник 0,618. В каждой из шести полос мы имеем одиннадцать групп таких прямоугольников.

Если провести прямые линии через всю ширину пола храма, через центры боковых колонн, установленных таким же порядком, как и колонны переднего фасада, то в результате мы получим площадь, разделенную на ряды полос; каждая из этих полос состоит из прямоугольников 0,236 и квадратов (см. рис. 100).

AD — полоса, определяемая центрами колонн боковых фасадов. *EF* и *FG* — прямоугольники 2,36 (отметим перемещение десятичного знака); каждый из этих прямоугольников подобен центральному прямоугольнику, образованному колоннами целлы.

BE и *GD* — квадраты. Мы имеем пятнадцать таких полос.

Рис. 99 и 100 дают нам решение трудной проблемы: они дают возможность установить ту небольшую разницу, которая имеется в ширине интерколумниев передних и боковых фасадов.

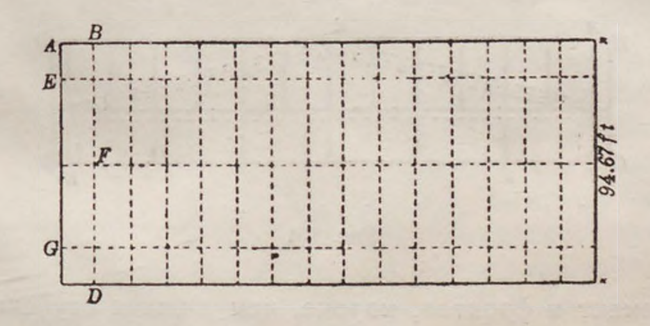


Рис. 100

Центры равноотстоящих друг от друга колонн переднего и заднего фасадов имеют среднее расстояние друг от друга в 14,1 фута.

Среднее расстояние между центрами колонн боковых фасадов — 14,086.

Разность между этими двумя расстояниями может показаться читателю ничтожной, однако она становится весьма значительной на протяжении в почти 100 футов.

Площади этих двух указанных нами полос являются в своей основе динамическими и составляют части пропорционального расчленения всего чертежа здания.

При втором методе анализа необходимо свести основные пропорции здания к прямоугольникам и рассматривать последние как прямоугольники, подразделенные на другие прямоугольники отдельными архитектурными членениями: колоннами, антаблементом, фронтоном, ступенями и т. д.,

определяющими эти подразделения своей высотой, шириной и глубиной. Эти отдельные архитектурные члены, в свою очередь, могут быть подразделяемы на еще меньшие площади до тех пор, пока каждая отдельная архитектурная единица не будет ограничена своим собственным, особым прямоугольником.

Так, например вся высота и вся ширина здания дают нам длинную и короткую стороны прямоугольника.

Вся ширина фасада определяется длиной нижней ступени стилобата: остальные членения фасада, как, например,

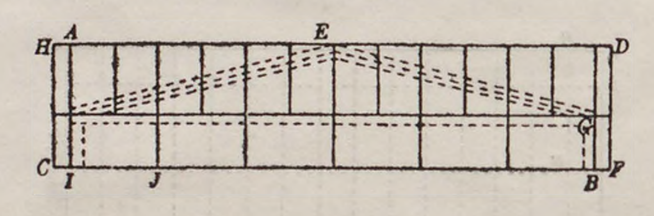


Рис. 101

антаблемент и фронтон, короче, чем нижняя ступень. Таким образом, внутри прямоугольника будут представлены и пустые пространства и массы здания. Однако части, занятые в большом прямоугольнике пустым пространством, должны иметь то же самое пропорциональное соотношение, что и другие. Поэтому мы анализируем большой прямоугольник путем проекций на него пустых пространств и масс здания. Этот прием может быть проведен до любой необходимой степени.

Рис. 101 иллюстрирует этот второй метод.

Полная длина антаблемента со всеми его обломами и общая высота антаблемента и фронтона определяют прямоугольник, состоящий из малых прямоугольников 0,618, расположенных, как указано на рис. 99 (прямоугольник *AJ* на рис. 101 подобен одной из групп прямоугольников на рис. 99). Вынос карниза короче нижней ступени стилобата на короткую сторону прямоугольника *AC* или *BD* (рис. 101). Эти два небольших прямоугольника состоят из прямоугольников 0,618 и 0,236.

Большой прямоугольник *HF* на рис. 101 состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$, *CE* и *EF*.

Таким образом, проекции антаблемента и фронтона дают нам прямоугольник *AB*, находящийся внутри двойного прямоугольника $\sqrt{5}$ *HF*; разность между ними выражена прямоугольниками *AC* и *BD*.

ПЛАН ПАРФЕНОНА

План Парфенона берется по нижней ступени стилобата. Это — первый ряд камней над уровнем почвы, известный под именем *euthynteria*. Длина короткой стороны прямоугольника плана составляет 111,31 англ. футов*, длина длинной его стороны — 238,003 англ. футов. Эти размеры соответствуют схеме пропорциональной решетки, которая была установлена при изучении плана Парфенона. Они отличаются от точных специальных обмеров, произведенных на месте, меньше чем на 1/4 дюйма в длину. Ширина является вполне точной. Одна сторона здания чуть-чуть длиннее другой, однако настолько незначительно, что этого не следует принимать во внимание.

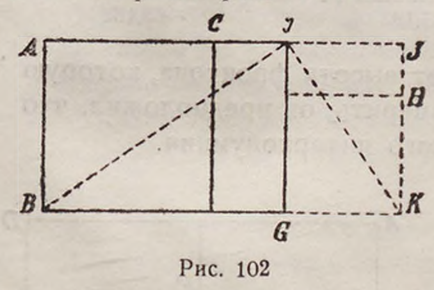


Рис. 102

Площадь прямоугольника плана состоит из двух квадратов и двух прямоугольников $\sqrt{5}$, расположенных, как указано на рис. 102.

BC и *GH* — квадраты; *CG* и *IH* — прямоугольники $\sqrt{5}$.

Прямоугольник *IK*, состоящий из квадрата и прямоугольника $\sqrt{5}$, определяется прямоугольным треугольником *BIK*.

ФАСАД

Пенроз измерил и вычислил высоту Парфенона от основания до вершины симы. Он был лишен возможности об-

* 1 англ. фут = 30,479 *см*; 1 дюйм = 2,54 *см*. *Прим. ред.*

мерить все части здания, так как крыша и верхние части обоих фронтонов разрушены.

Приводим сравнительные данные фактических обмеров, произведенных Пенрозом, и измерений динамической решетки (измерения даны в футах и тысячных делениях фута):

	Данные Пенроза		Данные динамической решетки
Ступени	6,058		6,025
Колонна (угловая)	34,253		34,247
Антаблемент	10,793		10,779
Фронтон	14,079	(вычислено)	14,111
Всего . .	65,183		65,162

Самую большую разницу дает высота фронтона, которую Пенроз не был в состоянии измерить; он предположил, что эта высота равна ширине одного интерколумния.

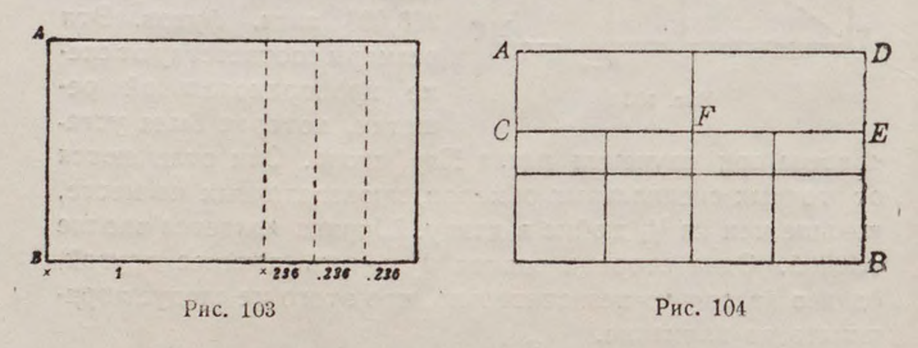


Рис. 103

Рис. 104

Динамические данные значительно ближе подходят к предполагаемой высоте Парфенона, чем данные Пенроза, но мы оставляем этот вопрос открытым.

Высота колонн измерена по угловым колоннам; промежуточные колонны короче угловых меньше чем на полдюйма. Эта разница объясняется тем, что кривизна горизонтальной линии архитрава меньше кривизны стилобата, на котором находятся колонны.

Самой характерной чертой прямоугольника фасада (прямоугольник определяется в 65,162 на 111,31 фута) является то, что он состоит из квадрата и трех прямоугольников 0,236 (рис. 103).

Другая интересная черта его заключается в том, что нижняя линия архитрава расчленяет короткие стороны прямоугольника фасада в крайнем и среднем отношении; прямоугольник фасада *AB* расчленен, таким образом, в точке *C* на рис. 104.

Нижняя линия антаблемента (линия *CE* на рис. 104) делит прямоугольник фасада на квадраты и прямоугольники $\sqrt{5}$.

Прямоугольник *AE* состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$, *AF* и *FD*.

Прямоугольник *CB* состоит из четырех квадратов и из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

На рис. 105 совмещены в одном чертеже прямоугольник фасада и прямоугольник плана с их подразделениями путем наложения одного прямоугольника на другой.

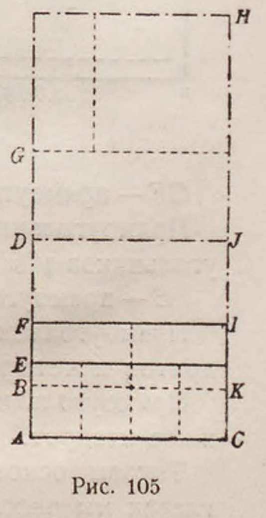


Рис. 105

AH — прямоугольник плана,
AJ — большой квадрат плана,
AI — прямоугольник большого фасада,
AK — четыре квадрата прямоугольника фасада,
$AB = \frac{1}{4}\ AD$,
$AE = \frac{1}{4}\ AG$
$EF = \frac{1}{2}\ DG$,
$BE = \frac{1}{2}\ EF$,
GH — обратная величина площади *CG*.

Нижняя линия архитрава, повидимому, является самой замечательной в смысле пропорционального расчленения. Она связана со знаменитой греческой пропорцией, упоминаемой древними авторами под названием „сечение“. Эта линия делит чертеж здания на две части (с фасадов и с боков), которые, будучи взяты и вместе и в отдельности, сохраняют по отношению друг к другу крайнее и среднее отношение. Площадь прямоугольника *AE* на рис. 104 относится к площади прямоугольника *CB*, как 0,618 к 1.

Площадь прямоугольника *CB* на рис. 106 имеет то же отношение к площади прямоугольника *AD* и т. д.

Боковой фасад (65,162 $\times$ 238,003 фута) представляет собой площадь, состоящую из двух прямоугольников переднего фасада плюс прямоугольник 0,236 (см. рис. 106).

Прямоугольники *CG* и *FD* равны каждый прямоугольнику переднего фасада.

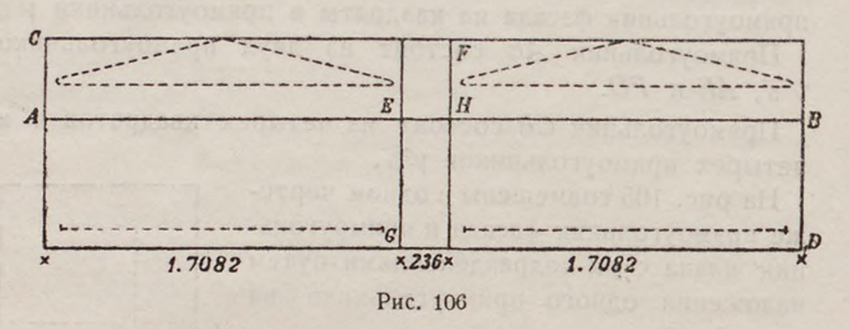


Рис. 106

GF — прямоугольник 0,236.

Прямоугольники *CE* и *FB* состоят каждый из двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

FE — прямоугольник 0,618.

Прямоугольники *AG* и *HD* состоят каждый из четырех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Прямоугольник *GH* состоит из прямоугольника 1,618 плюс квадрат.

Таковы основные пропорции Парфенона. В следующих главах мы рассмотрим детали.

ГЛАВА 2

ФАСАД И ЕГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

AB (рис. 107) — прямоугольник короткого фасада.

CH — нижняя граница антаблемента.

CD и *DH* — прямоугольники $\sqrt{5}$ (ср. рис. 104, схема пропорций фасада).

AB — диагональ всего прямоугольника; *CD* — диагональ прямоугольника $\sqrt{5}$.

Эти прямые пересекаются в точке *E*.

Линия *FG*, проведенная через точку *E*, обозначает основание фронтона или верхнюю линию карниза антаблемента. *AG* — прямоугольник проекции всего фронтона, *FH* — прямоугольник проекции антаблемента.

Анализ прямоугольника *AG* уже дан диагональными линиями *AE* и *ED*.

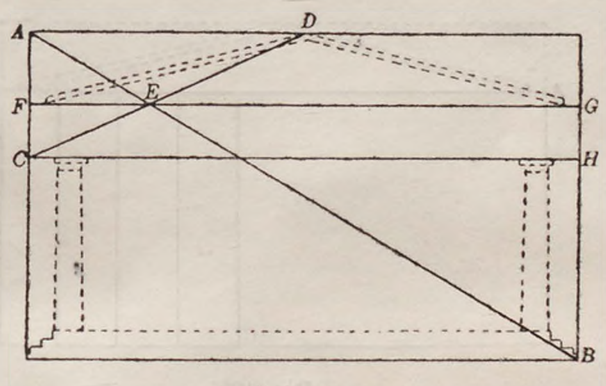


Рис. 107

FD — половина площади *AG*.

Прямоугольник *AE* подобен прямоугольнику *AB*, между тем как *ED* — прямоугольник $\sqrt{5}$.

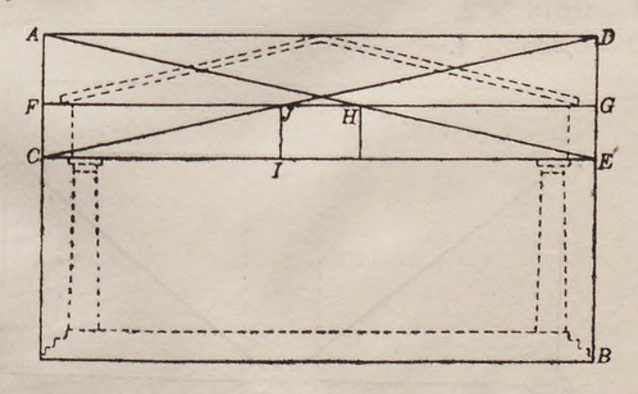


Рис. 108

Таким образом, прямоугольник *AG* состоит из двух прямоугольников, подобных прямоугольнику всего фасада, плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$.

FE (рис. 108) — прямоугольник проекции всего антаблемента.

Он состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ плюс площадь *HI*.

Эта последняя площадь состоит из двух квадратов и двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

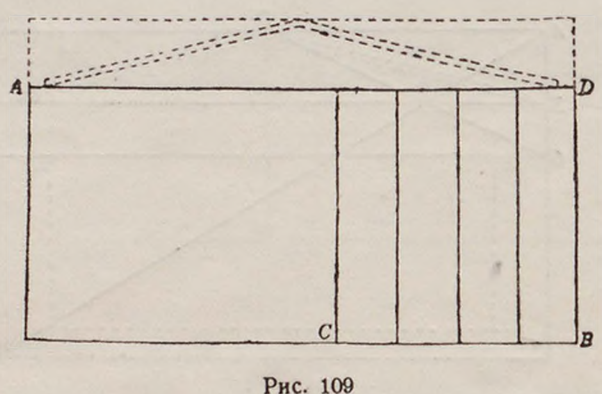


Рис. 109

AB (рис. 109), прямоугольник фасада, взятый без прямоугольника фронтона, состоит из двух прямоугольников 0,618 плюс четыре прямоугольника 0,236.

$CA = 0{,}618 \times 2$.

$CD = 0{,}236 \times 4$.

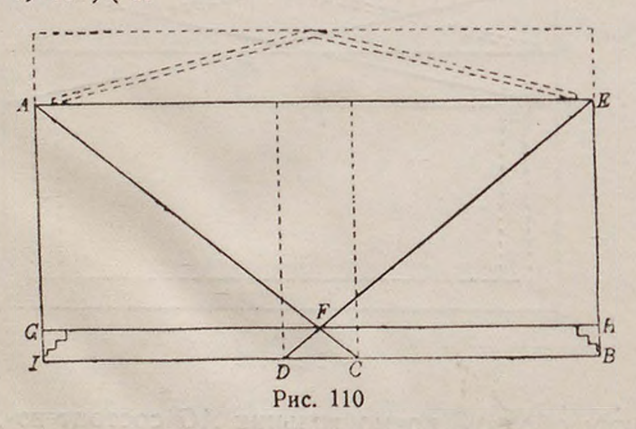


Рис. 110

Прямая *AE* (рис. 110) совпадает с верхней границей антаблемента, прямая *IB* — с нижней границей стилобата.

Прямоугольник *AC* состоит из двух прямоугольников 0,618, прямоугольник *DE* равен и подобен *AC* и перекрывает его на величину площади *AC*.

Диагонали этих перекрывающих друг друга прямоугольников пересекаются в точке *F*.

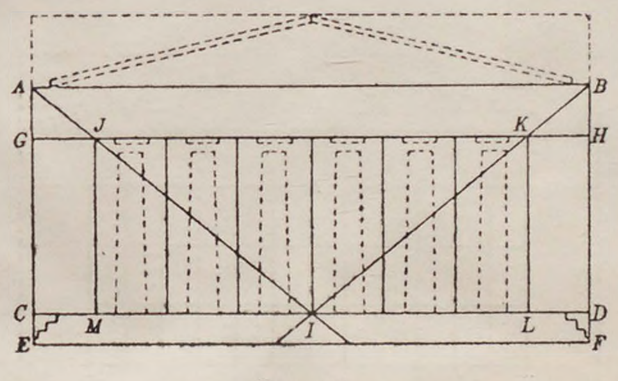


Рис. 111

Прямая *GH*, проведенная через точку *F*, является верхней границей стилобата.

Прямоугольник *AH* состоит из четырех прямоугольников 0,618.

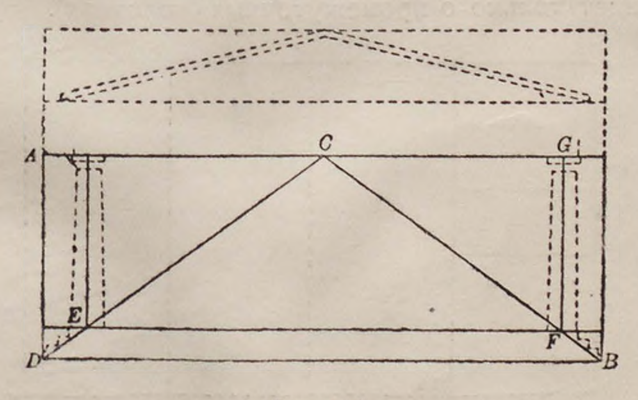


Рис. 112

Прямая *AB* (рис. 111) — верхняя граница карниза.

Прямая *CD* — верхняя граница стилобата.

Прямая *GH* — нижняя граница антаблемента.

Прямоугольник *AD* состоит из четырех прямоугольников 0,618, определяемых диагоналями *AI* и *IB*.

Последние пересекают нижнюю границу антаблемента *GH* в точках *J* и *K*.

Прямоугольник *MK* состоит из четырех прямоугольников 0,618.

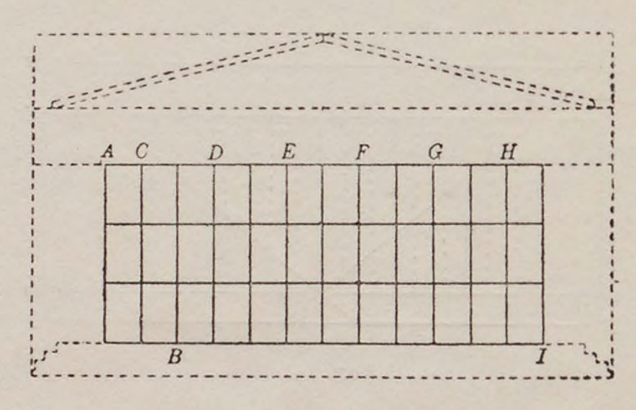


Рис. 113

В то же время этот прямоугольник в точности содержит шесть раз расстояние между осями двух соседних колонн (речь идет только о промежуточных колоннах).

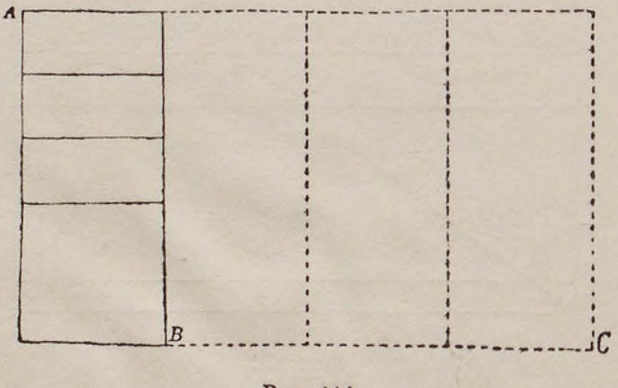


Рис. 114

Этот прямоугольник определяет положение всех колонн фасада за исключением угловых (см. рис. 111):

AB (рис. 112) — прямоугольник фасада без антаблемента и фронтона.

Этот прямоугольник состоит из четырех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ (см. гл. 1, рис. 104).

Прямые *CD* и *CB* — диагонали половины прямоугольника *AB*.

Эти диагонали пересекают верхнюю линию ступеней в точках *E* и *F*.

Точки *E* и *F* являются центрами угловых колонн.

Таким образом, прямоугольник *AB*, содержащий центры всех колонн каждого фасада, состоит из четырех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$, потому что прямоугольник *EG* подобен прямоугольнику *AB*.

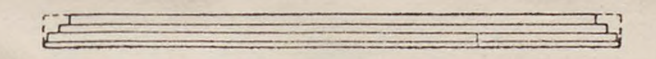


Рис. 115

Шесть раз повторенное расстояние между осями средних колонн заполняет прямоугольник *MK* на рис. 111.

Если прямоугольник *MK* разделить вертикально на шесть равных частей, то каждая часть представляет собой прямоугольник, состоящий из двух квадратов и фигуры, подобной четверти прямоугольника фасада.

Другими словами: всю площадь прямоугольника *AI* (рис. 113) можно рассматривать, как решетку, состоящую из прямоугольников 0,618, при условии, что эта площадь разделена горизонтально на три равных части и вертикально — на двенадцать равных частей.

Каждая колонна занимает место в центре каждой $^1/_6$ части прямоугольника *AI* (например в *AB*).

Точки *C*, *D*, *E*, *F*, *G* и *H* обозначают центры колонн.

Четвертая часть прямоугольника фасада (рис. 114), как, например, *AB* в прямоугольнике *AC*, состоит из квадрата и трех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Высота ступеней и вся ширина здания образуют прямоугольник, состоящий из восемнадцати квадратов и двух прямоугольников 0,236.

Прямоугольник, стороны которого соответствуют высоте колонн и всей ширине здания, состоит из трех с четвертью квадратов.

ГЛАВА 3

АНТАБЛЕМЕНТ

Полная длина горизонтального карниза антаблемента составляет 104,645 фута. Измерение, произведенное Пенрозом, дает 104,635 фута.

Это измерение произведено по прямой линии, соединяющей оба противоположных конца карниза, и не включает кривизны основания фронтона.

Динамические пропорции решетки указывают, повидимому, на то, что эта кривизна составляет около 0,216 фута. Пенроз определил эту цифру около 0,184 для верхней границы антаблемента и приблизительно как 0,225 для верхней ступени стилобата.

Все исследователи сходятся на том, что план Парфенона был построен в прямых линиях; кривые были введены позднее.

Когда на основании измерений производится построение здания в прямых линиях, то кривизна, повидимому, незаметна до тех пор, пока не достигнута верхняя часть антаблемента фасада, поскольку измерения устанавливаются углами ступеней, архитрава и карниза.

От верхней части антаблемента до вершины крыши, точнее, до вершины симы, измерение проходит уже по середине фасада, и даже бесконечно малая кривизна сейчас же становится видимой.

Кривизна в основании фронтона должна была обратить на себя внимание скульпторов. Повидимому, эта кривизна побудила их уменьшить высоту скульптурных фигур в центре каждой группы приблизительно на 2 дюйма, по сравнению с размерами, которые имели эти фигуры, когда они были спроектированы на основании прямолинейного плана.

Высота фронтона, считая от верхней границы антабле-

мента до вершины симы, составляет 14,111 фута*. Полная ширина храма определяется в 111,31 фута. Как было показано в предыдущей главе, полученная таким образом прямоугольная площадь состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$ плюс два прямоугольника, подобных прямоугольнику всего фасада.

Длина карниза антаблемента короче полной ширины храма на отрезок, достаточный для того, чтобы построить два прямоугольника 0,236, по одному с каждой стороны фронтона (рис. 116).

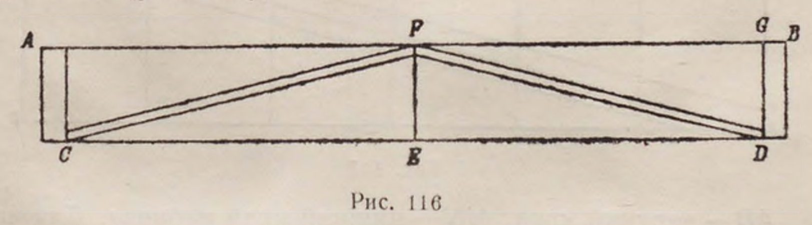


Рис. 116

Отрезок *AB* — полная ширина храма; *EF* — высота фронтона, включая карниз и симу.

CD — длина карниза антаблемента; *AC* и *BD* — прямоугольники 0,236.

Прямоугольник *CG* состоит из четырех квадратов и двух прямоугольников, подобных прямоугольнику всего фасада.

Прямоугольник *CG* состоит из двенадцати прямоугольников 0,618.

Возможно, что сима и карниз были включены Фидием в известную геометрическую фигуру, в пределах которой он создал свои скульптурные группы для фронтона. В таком случае пропорциональная решетка, которую он применил, походила, повидимому, на чертеж рис. 117.

Следует отметить, что ни линия *CD* (верхняя граница симы), ни линия *EF* (верхняя граница карниза) не являются диагоналями прямоугольника *AB*. Более вероятно, что Фидий применил площадь прямоугольника, для которого линия *EF* служит диагональю.

* Если принять за верхнюю границу антаблемента прямую линию, соединяющую оба конца антаблемента, и не учитывать ее кривизны.

Эта линия представляет собой верхнюю границу карниза и является диагональю прямоугольника, состоящего из десяти фигур, подобных прямоугольнику между осями двух соседних промежуточных колонн.

Таким образом, построение пропорциональной решетки фронтона походило, повидимому, в известной мере, на рис. 118.

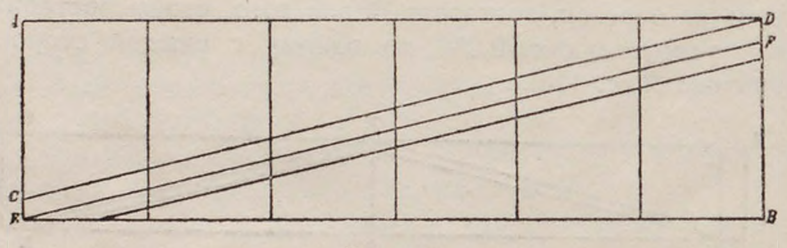


Рис. 117

AB — верхний край, *MN* — нижний край карниза. Для нас несущественно, применялся ли при этом прямоугольный треугольник *ACB* или *MCN*; эти треугольники подобны, и построение решетки в обоих случаях будет одно и то же.

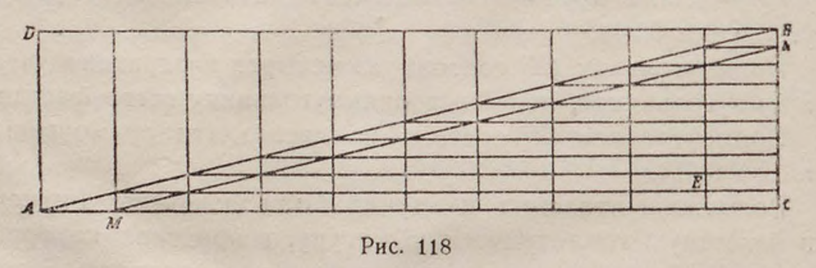


Рис. 118

CB — высота фронтона, включая карниз, но не считая симы и вышеупомянутой кривизны.

Треугольник *ACB* — половина треугольника фронтона.

Прямоугольник *DC* состоит из десяти прямоугольников, подобных прямоугольникам между осями промежуточных колонн.

Следует вспомнить, что прямоугольник между осями двух соседних промежуточных колонн состоит из шести прямоугольников 0,618. Следовательно, прямоугольник *DC* равен шестидесяти прямоугольникам 0,618.

Поскольку *AB* есть диагональ прямоугольника *DC*, горизонтальные прямые в треугольнике *ACB* делят площадь этого треугольника *DC* на сорок пять прямоугольников, подобных прямоугольнику *DC*. Другими словами, каждый малый прямоугольник состоит из десяти фигур, подобных прямоугольнику между осями двух соседних промежуточных колонн.

Половина треугольника фронтона может быть расчленена, как показано на рис. 119.

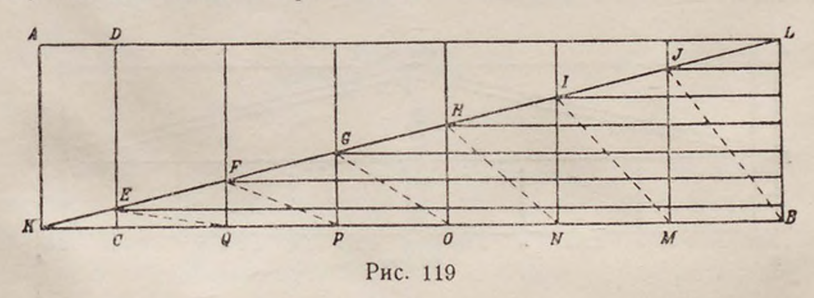


Рис. 119

Прямоугольник *AC* подобен прямоугольнику между осями двух соседних колонн.

Прямоугольник *DB* состоит из шести прямоугольников 0,618.

Линия верхнего края карниза пересекает большие стороны прямоугольников 0,618 в точках *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *J*.

Другими словами, диагональ *KL* определяет прямоугольники, подобные большим прямоугольникам *AB* и *DB*.

Трудно представить себе более тщательный графический метод для определения пропорций в композиционном поле, чем тот, который приведен на рис. 118 и 119.

Горизонтальные и вертикальные деления могут быть дополнены диагональными линиями *JB*, *IM*, *HN*, *GO*, *FP* и *EQ* или подобными им; таким образом, в треугольнике фронтона устанавливается ряд пропорциональных динамических линий, что, как мы знаем, является характерным для композиций фронтонов.

Пропорциональная решетка для антаблемента устанавливается полной шириной карниза подобно схеме фронтона (рис. 120).

Длина карниза, деленная на высоту антаблемента, дает шесть прямоугольников 1,618.

$1{,}618034 \times 6 = 9{,}7082.$

Каждый прямоугольник между осями двух соседних прямоугольных колонн имеет отношение 2,42705.

$2{,}42705 \times 4 = 9{,}7082.$

Соответствующая площадь равна площади четырех прямоугольников между осями двух соседних промежуточных колонн.

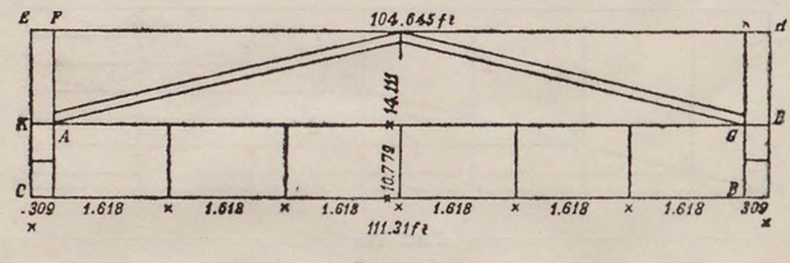


Рис. 120

AC и *BD* — два малых прямоугольника с каждой меньшей стороны прямоугольника *AB*, своими площадями дополняющие последний до полной ширины здания.

Каждый из этих прямоугольников состоит из двух прямоугольников 0,618.

Прямоугольник *KF* больше прямоугольника *AC* на квадрат.

Высота фриза и архитрава, т. е. антаблемента без карниза, и полная длина архитрава дают нам площадь прямоугольника, состоящего из десяти квадратов и трех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Длина архитрава 100,295 фута.

Первым горизонтальным членением антаблемента, после того как мы отбросили карниз, является нижний край полочки под фризом.

Это членение позволяет сделать заключение, что греки относили эту полочку к фризу; но, с другой стороны, части фриза заходят на архитрав, например полочки под триглифами с капельками.

Архитрав, если взять его полную длину и высоту до полочки под фризом, образует прямоугольник, состоящий из сорока прямоугольников 0,618.

Фриз, если взять его полную длину и высоту от нижней границы полочки под ним до нижней границы карниза, дает нам площадь, состоящую из двадцати квадратов и прямоугольника, подобного прямоугольнику метопы.

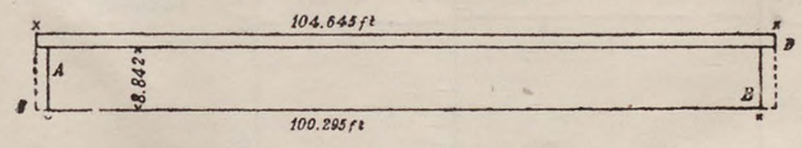


Рис. 121

AB на рис. 123 — прямоугольник метопы без ее верхней полочки, состоящий из двух квадратов *AH* и прямоугольника $\sqrt{5}$ *CB*. Прямоугольник, обратный прямоугольнику *AB*, входит в состав вышеупомянутой площади фриза, состоящей из двадцати квадратов.

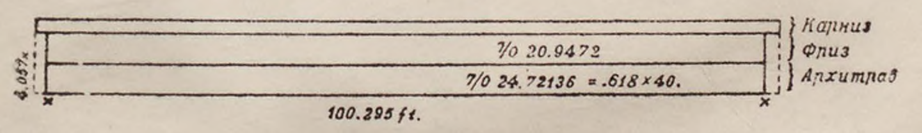


Рис. 122

Площади метопы и триглифа не равны друг другу по высоте, поэтому сначала они будут рассмотрены в отдельности.

Есть основания предполагать, что горизонтальные членения антаблемента, которые мы считаем самыми естественными, не казались таковыми для греков, когда они компоновали здание.

Триглифы совершенно единообразны по своей ширине на фасадах, но ширина метоп значительно варьируется, увеличиваясь к центру фриза и уменьшаясь к краям. Мы полагаем, что замечание Пенроза по этому поводу совершенно справедливо: он считает, что возрастание ширины метоп по напралению к центру соответствует естественному увеличению массы фронтона от краев к середине.

Ширина четырнадцати метоп фасада следующая: 4,160; 4,066; 4,064; 4,050; 4,282; 4,295; 4,320; 4,375; 4,169; 4,186; 4,195; 4,192; 4,120; 4,121. Всего 58,595; средняя ширина 4,185.

Средняя ширина триглифов составляет 2,766 фута. Пропорциональная решетка дает 2,771. Пятнадцать триглифов дают 41,565 фута.



Рис. 123

41,565 + 58,595 (т. е. общая длина метоп) составляет 100,160 фута, что выражает фактическую длину фриза, если не принимать во внимание суживания фриза над полочкой. Это является, повидимому, самым близким числовым выражением указанной ширины, поскольку эта часть здания имеет наиболее ярко выраженное перспективное сужение.

Триглиф должен был быть, повидимому, прямоугольником 0,618 (2,771 × 4,484 фута, *FG* на рис. 123.

Можно, конечно, сделать уступку современной точке зрения и рассматривать членение антаблемента, исходя из того, как были отесаны мраморные квадры. Мы, однако, совершенно не убеждены в том, что именно этим путем была создана первоначальная композиция или были определены пропорции. Согласно этой точке зрения, длина архитрава определяется верхним краем полочки над ним. Соответственно этому делению, мы получаем следующие пропорции:

	Динамическое измерение	Измерение Пенроза
Общая высота	10,779 фута	10,793 фута
Архитрав	4,432 „	4,425 „
Фриз и карниз	6,347 фута	6,368 фута
		6,347 „
	Разность . . .	0,021 фута

Общая длина карниза 104,645 фута.

Высота архитрава 4,432 фута. Отношение 23,6068 может быть выражено как $0{,}236 \times 100$ или как $2{,}36 \times 10$.

Общая длина 104,645 фута.

Высота фриза и карниза 6,347. Отношение 16,4808.

Эта площадь равна сорока прямоугольникам между осями двух соседних промежуточных колонн ($0{,}41202 \times 40$). Ошибка, при длине свыше 104 футов, составляет 0,0025.

ГЛАВА

КОЛОННА ПАРФЕНОНА

Применение динамической пропорциональной решетки в колонне Парфенона лучше всего усваивается при рассмотрении этой решетки в связи с прямоугольником между осями двух соседних прямоугольных колонн фасада.

Соотношение прямоугольника интерколумния с пропорциями всего фасада было объяснено выше.

AB (рис. 124) — прямоугольник между осями двух соседних промежуточных колонн фасада (в дальнейшем мы будем называть его „прямоугольником колонны"); его мож-

но рассматривать или как прямоугольник, состоящий из двух квадратов и прямоугольника, подобного одной четверти прямоугольника фасада, или же как прямоугольник, состоящий из шести прямоугольников 0,618 (рис. 124, прямоугольник *CD*).

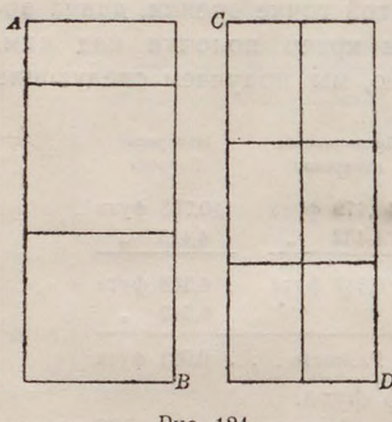


Рис. 124

Пропорции отдельных колонн Парфенона слегка варьируются, что связано с общим расположением всего здания. Самые большие колонны — это угловые колонны восточного фасада. Шесть промежуточных колонн восточного фасада — несколько меньше.

Угловые колонны западного фасада по величине — такие же, как шесть промежуточных колонн восточной стороны.

Колонны южной стороны отличаются от колонн северной стороны и равны промежуточным колоннам западного фасада. Все изменения в пропорциях колонн тесно связаны с неровностями почвы, на которой стоит здание. Самые значительные изменения можно отметить в тех местах, где здание стоит непосредственно на массиве скалы; меньше всего изменений там, где почва наименее возвышена.

Все эти пропорции являются отклонением от известной нормы, которая, повидимому, выдержана в восточных угловых колоннах.

Схема пропорциональной нормы для колонны Парфенона дана на рис. 125.

AB (рис. 125) — нормальный прямоугольник колонны фасада, размером 14,11 на 34,247 или на 34,246 фута.

AH — 2,822 фута, *HC* — 14,11 фута.

Прямоугольник *AC* состоит из пяти квадратов.

В центре прямоугольника *AB* расстояние *DG* равно 6,85 фута.

Прямоугольник *DE* состоит из пяти квадратов.

Стороны прямоугольника DE пересекают HC в точках F и I.

Прямоугольник DF подобен прямоугольнику AB.

Это является иллюстрацией принципа пропорции, редко, пожалуй, даже нигде, за исключением древней Греции, не встречающегося.

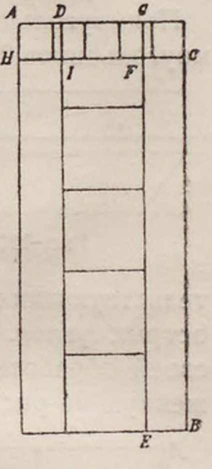


Рис. 125

Если меньшую и бо́льшую стороны любого прямоугольника разделить на равное число частей и построить на одной из этих последних прямоугольник, подобный основному прямоугольнику, то прямоугольник, получающийся в результате перекрытия большего прямоугольника меньшим, подобен основному прямоугольнику.

Прямоугольник DF (рис. 125) подобен прямоугольнику колонны и представляет собой проекцию капители колонны Парфенона.

На каждом фасаде мы имеем шесть правильных прямоугольников колонны.

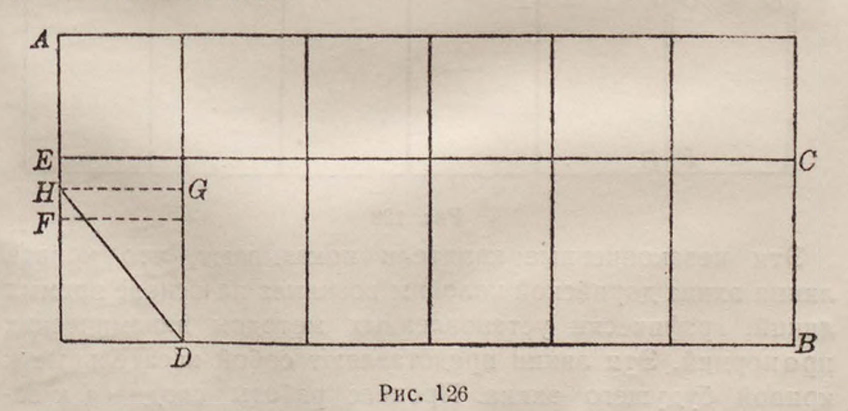


Рис. 126

AB (рис. 126) — прямоугольник капители угловой колонны, подобный прямоугольнику колонны.

Разделим его вертикально на шесть равных частей.

Каждая часть состоит из шести прямоугольников 0,618.

Другими словами, каждая часть есть фигура, подобная шести прямоугольникам колонны.

Прямоугольник AC состоит из шести квадратов и служит стороной абака капители.

Прямоугольник DE состоит из квадрата DF и двух прямоугольников 0,236 FG и GE; таким образом, прямоугольник DH состоит из двух прямоугольников 0,618.

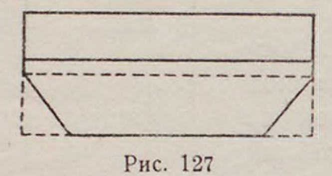


Рис. 127

Начертим DH.

На афинском Акрополе и около него лежат несколько неоконченных дорийских капителей, свидетельствующих о том, что эхин возник в процессе отесывания острых углов. Капитель Парфенона в известной стадии своей обработки должна была походить на фигуру, изображенную на рис. 127; точные пропорции ее даны на рис. 126.

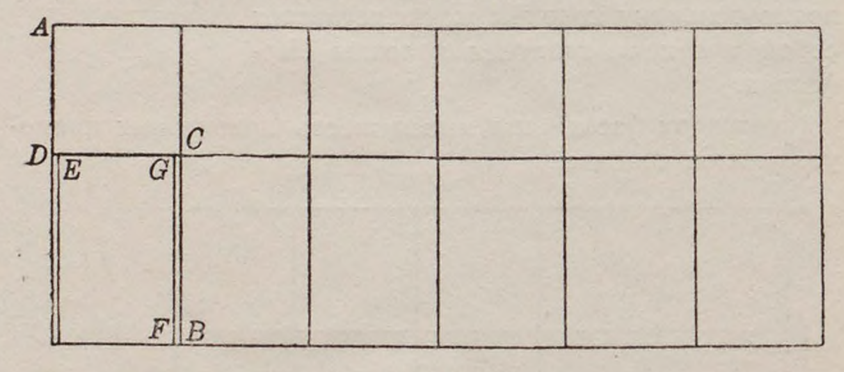


Рис. 128

Эти незаконченные капители показывают, что кривая линия эхина дорийской колонны возникла на основе прямых линий, графически установленных методом динамических пропорций. Эти линии представляют собой касательные к кривой будущего эхина. Процесс работы сводился к закруглению очертаний капители. Это напоминает происхождение каннелюр, которые можно наблюдать на столбах пещерных гробниц в Бени-Гассане, в Египте.

Анализ многих сотен кривых в греческих глиняных изделиях и фризах указывает именно на такой метод работы,

как на единственный практический способ, посредством которого мастер мог контролировать точное пропорциональное соотношение кривых линий.

Более того, этот метод таков, что опытные мастера могут открыть его самостоятельно. При помощи этого способа классические греческие кривые всех видов и типов могут быть начерчены или просто от руки или с нужной математической точностью.

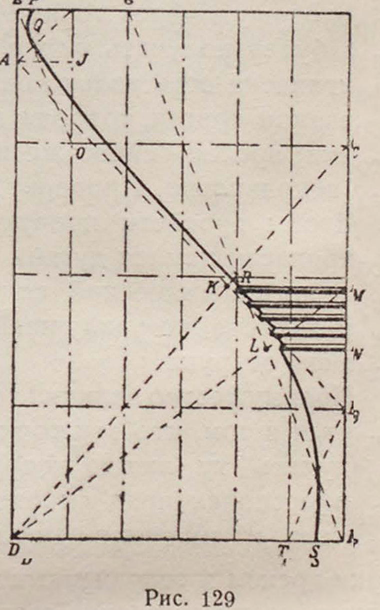


Рис. 129

AB на рис. 128 представляет собой одну шестую часть капители, т. е. состоит из четырех прямоугольников 0,618.

AC — квадрат; *BD* — квадрат плюс два прямоугольника 0,236.

В центре прямоугольника *DB* построим прямоугольник 0,618 *EF*.

Мы строим его путем рассечения отрезка *CB* в крайнем и среднем отношении и делаем отрезок *EG* равным большему отрезку.

На рис. 129 изображен прямоугольник 0,618 *EF*, приведенный на рис. 128.

Разделим его горизонтально на четыре части и вертикально на шесть частей.

Большой прямоугольник разделен теперь на двадцать четыре прямоугольника, каждый из которых подобен прямоугольнику колонны, или прямоугольнику капители угловой колонны.

К малому прямоугольнику *EO* приложим квадрат *EJ*.

Проведем прямую от точки *A* к точке *B* и прямую от точки *D* к точке *C*.

Эта последняя прямая пересекает прямую *AB* в точке *K*.

Проведем прямую *KM*. Это — верхняя граница колечек эхина.

Проведем прямую от точки *D* к точке *M*, и другую прямую от точки *F* к точке *G*. Они пересекаются в точке *L*.

Прямая *LN* — нижняя граница колечек эхина.

От точки *P* проведем от руки кривую так, чтобы она прошла через точки *Q* и *R*, это и будет кривая эхина. Опытный чертежник может от руки начертить эту кривую, проходящую через точки *P*, *Q* и *R*, и практически он каждый раз будет получать ту же самую кривую. Дело в том, что фактически есть только одна удовлетворяющая нашим требованиям кривая, которая может быть начерчена через эти точки; зрение сейчас же подскажет, если кривая проведена неправильно. Проверку легко произвести на опыте.

Чтобы провести кривую эхина, можно воспользоваться соприкасающимися дугами окружности или применить кривую логарифмической спирали, вырезанную из целлулоида или картона, но наилучшей является все же кривая, проведенная от руки.

Преимущество наличия точек на касательных линиях заключается в том, что эти точки заставляют чертежника заранее обдумать ту линию, которую он намерен начертить. Непрофессионал вряд ли оценит все значение этого преимущества, но именно в нем заключается различие между древним греком и современным художником. Последний создает линию чутьем; древние греки создавали линию тоже чутьем, но основанным на знании. Другими словами, древний грек знал, что̀ он должен делать, прежде чем приступить к самому исполнению.[17] Это верно не только в отношении формального чертежа, но и в отношении свободной передачи человеческой фигуры. Если бы художник всегда был в состоянии заранее разумно обсудить ту или иную из своих линий, то идеальный рисунок явился бы чисто автоматическим следствием этого. Связь, существующая между разумом и рукой мастера, настолько совершенна, что последняя всегда в состоянии передать замысел первого.

Кривая идет от точки *R* к точке *S*, но ее изгиб слегка изменяет свое направление несколько ниже точки *R*.

Точка *S* лежит посредине между точками *T* и *F*. Точка *S* является внешней границей каннелюр.

Эта кривая основана на отношениях, типичных для всего здания.

Чтобы установить точки *Q* и *P*, воспользуемся частью рис. 129, показанной в увеличенном масштабе на рис. 130; это — четвертая часть рис. 129, подобная шести прямоугольникам колонны.

Проведем диагональ квадрата *AV*; затем прямую от точки *E* к точке *C* и прямую от точки *E* к точке *O*.

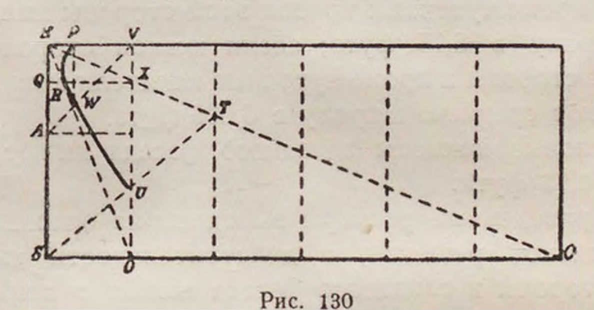


Рис. 130

Прямая *EC* пересекает прямую *OV* в точке *X* и определяет линию *XQ*.

Прямая *AV* пересекает линию *EO* в точке *W*, которая определяет положение прямой *WP*.

Парфенон стоит на краю холма, и его северо-восточный угол покоится на массивной скале. Южный фасад, западная сторона и бóльшая часть северного фасада расположены высоко над уровнем почвы, на субструкциях различной высоты. Уменьшение размера капителей соответствует увеличению высоты субструкций.

В связи с подобным расположением здания кажется вполне естественным, что архитекторы сделали попытку ослабить эффект его масс, возвышающихся на поддерживающих субструкциях, в тех местах, где последние были особенно высоки: это и было сделано в действительности.

Естественно предположить, что в качестве противодействия уменьшению в некоторых местах тяжести массы здания над субструкциями сделана была попытка увеличить или подчеркнуть массивность самих субструкций там, где колонны легче; это было нужно для того, чтобы создать

впечатление более прочного закрепления субструкций у края ската холма и создать эффект легкого наклона в сторону его вершины.

Последнее также было сделано, так как пол здания, действительно, выше в юго-западном углу, чем в северо-восточном, почти на 2 дюйма.

Абаки двух угловых колонн восточного фасада имеют 6,85 фута в ширину.

Абаки промежуточных колонн этой стороны имеют среднюю ширину в 6,75 фута; абаки южной стороны, части северной стороны и промежуточные капители западной стороны имеют среднюю ширину в 6,606 фута.

Две угловые колонны западного фасада имеют ширину абака в 6,75 фута.

Вышеприведенные размеры выведены на основании пропорциональной решетки, в действительности же абаки южной стороны и западного фасада имеют в ширину 6,57 фута.

Пенроз отметил, однако, одну особенность эхина капителей южного фасада, которая убедила его в том, что первоначальная ширина этих абаков была в 6,606 фута. Он предположил, что ширина этих капителей была уменьшена приблизительно на 0,036 фута по сравнению с предполагавшейся. Если прибавить эту величину, то ширина составит 6,606 фута.

Пенроз отметил также, что один из абаков капителей колонн северного фасада (около северо-восточного угла) имеет слишком большую ширину по сравнению с эхином. Это указывает на то, что ширину абаков, вероятно, уже после их установки, изменяли соответственно неровностям почвы.

Пенроз нашел, что кривые эхинов всех капителей наружной колоннады Парфенона были одинаковы.

Прямоугольник наименьших капителей (6,606 на 2,822) есть фигура, подобная четверти прямоугольника фасада; другими словами, этот прямоугольник состоит из квадрата и трех прямоугольников $\sqrt{5}$; прямоугольник угловой капители подобен прямоугольнику колонны (рис. 131).

AB (рис. 131) — прямоугольник колонны.

AC — прямоугольник, подобный четверти прямоугольника фасада.

Прямоугольник *AB* подобен прямоугольнику угловой капители.

Прямоугольник *AC* подобен прямоугольнику уменьшенной капители.

AB (рис. 132) подобен четверти прямоугольника фасада и вертикально разделен на четыре части.

Таким образом, каждая часть подобна прямоугольнику фасада.

IC — нижняя граница абаки.

EF — диагональ прямоугольника, подобного прямоугольнику фасада.

Прямоугольник *EI*, равный четверти прямоугольника *AC*, состоит из квадрата и прямоугольника $\sqrt{5}$.

Прямая *EF* пересекает линию *IC* в точке *D*. Таким образом, прямоугольник *DF* подобен прямоугольнику фасада.

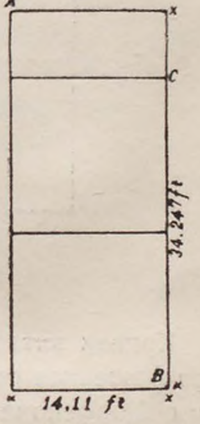


Рис. 131

Другими словами, прямоугольник *DF* состоит из квадрата *DG* и трех прямоугольников 0,236 *GJ*; прямая *HI* — диагональ двух прямоугольников 0,618.

Таков прямоугольник уменьшенной капители.

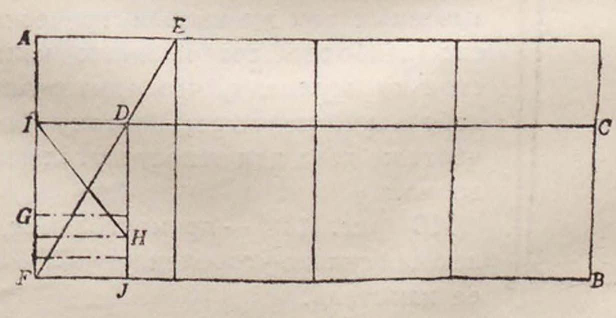


Рис. 132

Отрезок *AB* (рис. 133) определяется точкой *J* на рис. 132 и представляет собой ширину ствола колонн с каннелюрами под самой капителью.

Прямоугольник *BC* — прямоугольник 1,618.

Прямоугольник *CD*, соответствующий абаку, состоит из четырех квадратов.

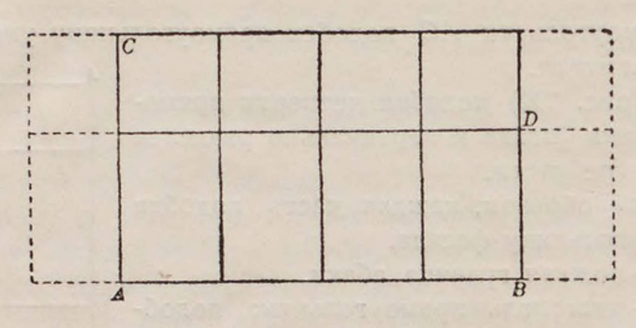


Рис. 133

Кривая энтасиса греческой колонны — проблема, еще не разрешенная современными архитекторами. Энтасис колонны Парфенона или любой другой колонны может быть установлен пропорционально как самой колонне или зданию, так и пропорционально любой части последнего, путем весьма простого применения пропорциональной решетки. Не будучи похожим на большинство архитектурных нелепостей современности, называемых тем же именем, греческий энтасис наиболее совершенных колонн настолько неуловим, что едва различим на небольшом чертеже; поэтому на нашем чертеже дана для ясности утолщенная колонна.

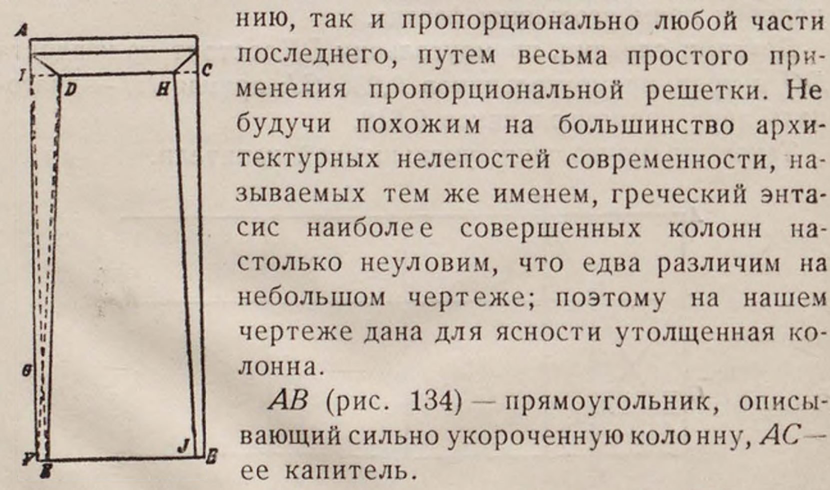


Рис. 134

AB (рис. 134) — прямоугольник, описывающий сильно укороченную колонну, *AC* — ее капитель.

Ширина колонны у капители *DH*; ширина колонны у основания *EJ*.

Проведем прямую от точки *I* к точке *E* и от точки *D* к точке *F*.

Эти прямые пересекаются в точке *G*.

Прямые *DG* и *GE* являются руководящими для архитектора при вычерчивании им от руки кривой от точки *D* к точке *E*. Эта кривая постепенно будет отклоняться от линии *DG* до достижения точки, противолежащей точке *G*; от этой последней кривая постепенно будет приближаться к линии *GE*, пока не сольется с ней в точке *E*.

Таково объяснение этих „конических" кривых Парфенона, вызывавших столько споров. Энтузиасты старались доказать, что конические кривые были применены уже при строительстве Парфенона, т. е. фактически до того, как они были формально открыты.

Эту кривую можно построить таким образом, чтобы она достигла своей наибольшей выпуклости в любой точке, лежащей вдоль линии *DE*, путем изменения соотношения отрезков *FA* и *ID*.

ГЛАВА 5

ПОЛ ХРАМА

Можно сказать, что прямоугольник, образованный верхней ступенью стилобата Парфенона, представляет собой пол храма. Этот прямоугольник состоит из прямоугольников 0,618, расположенных так же, как и в правильном прямоугольнике колонны.

Прямоугольники *AB* и *CD* на рис. 135 подобны правильному прямоугольнику колонны.

Прямоугольник *BC* подобен прямоугольнику колонны минус квадрат.

Числовое выражение отношения *AB* и *CD* составляет 2,427.

Числовое выражение отношения *BC* — 1,427.

Верхняя ступень восточной стороны стилобата имеет 101,341 фута; западная — 101,361 фута.

Верхняя ступень северной стороны стилобата имеет 228,154 фута; южной — 228,141 фута.

В течение долгого времени полагали, что отношение меньшей стороны к большей стороне верхней ступени стило-

бата храма есть отношение четырех к девяти, иначе — одного к двум с четвертью.

Это, однако, неправильно; ошибка слишком велика.

Действительное отношение есть 1 к 2,25109, и фактически размер прямоугольника есть 101,347 × 228,141.

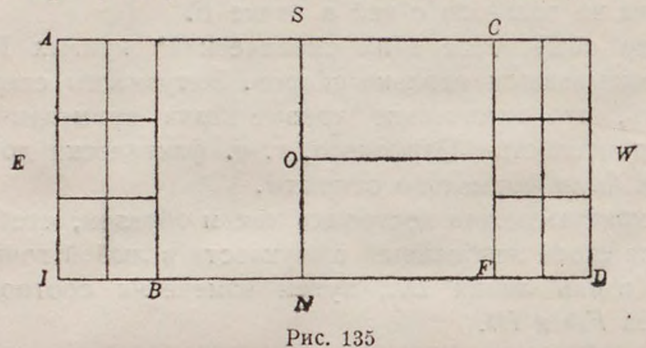


Рис. 135

Любопытной чертой пропорциональной решетки является то освещение, которое она дает некоторым хорошо известным неправильностям, связанным со структурой целлы.

Неправильности эти следующие:

Разница в глубине восточного и западного портиков.

Разница в ширине восточной и западной нижних ступеней стилобата.

Разница в ширине северных и южных ступеней.

Пропорциональная решетка дает возможность предположить, что эти различия являются преднамеренными и, повидимому, были внесены уже после того, как строительство здания значительно подвинулось вперед.

Глубина восточного портика была увеличена путем сдвига восточной стены целлы почти на 4 дюйма к западу и путем сокращения ширины восточной ступени стилобата почти на 0,13 фута. Колонны восточного портика были сделаны значительно меньше, чем колонны западного портика.

Некоторые из этих изменений были связаны, повидимому, со статуей Афины, поскольку центр последней был смещен к западу приблизительно на то же расстояние, на какое была сдвинута восточная стена.

Возможно, что Фидий пожелал иметь большее пространство портика и больше света или места для своей статуи.

Когда греки устанавливали на место каменные блоки, составляющие отдельные части здания, например ступени стилобата, когда они определяли на постройке центры колонн и стен целлы, то они тщательно намечали их точное положение путем насечки линий на предыдущем слое камней. В Парфеноне эти линии были скрыты приблизительно на сантиметр за краем камней верхней кладки; в настоящее время эти линии видны во всех местах, где стены и ступени разрушены.

Рис. 136

На рис. 136 изображены кусок камня фундамента и камень первого ряда квадров стены, т. е. ортостат.

Буквы A и B отмечают вышеуказанные линии, скрытые краем камней.

Линия кладки B интересна нам в том отношении, что она показывает пропорцию внутренней части целлы до того, как были положены камни основания стен, т. е. прямоугольник KH на рис. 137. Прямоугольник AE на рис. 137 — тот же самый, что и прямоугольник BC на рис. 135. Это — прямоугольник 1,427.

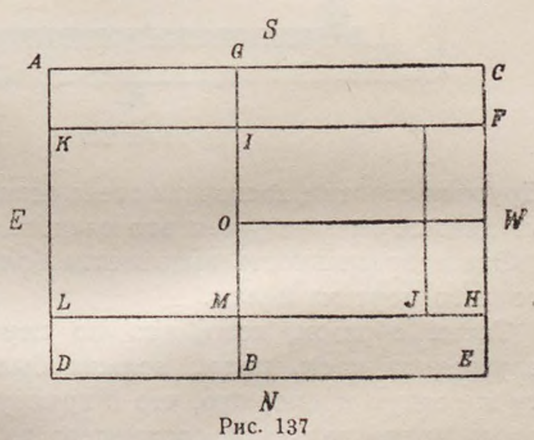


Рис. 137

AD — полная ширина пола храма, равная 101,347 фута.

DE равна 144,627 фута.

BF и GH — квадраты.

Прямые IF и MH, продолженные до точек K и L, определяют квадрат KM.

IJ — квадрат, JF — два прямоугольника 0,618.

Прямоугольник KH — внутренность целлы, определенная

первоначальными линиями, т. е. линиями, определяющими границы камней фундамента стен.

Прямоугольник KH ясно показывает величайшую неправильность в строении здания.

Прямая KL проходит непосредственно под западной стороной восточной стены целлы; с трех других сторон прямые KF, FH и HL находятся внутри целлы и на некотором расстоянии от линии стен.

Восточная стена должна была бы быть на том же расстоянии от KL, на какое западная стена отстоит от FH.

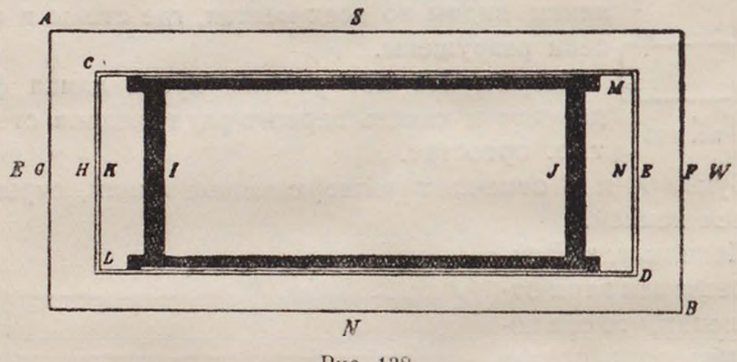


Рис. 138

Другими словами, восточная стена сдвинута почти на 4 дюйма дальше на запад, чем это следовало бы.

Эта неправильность вызывается большей глубиной восточного портика целлы.

Таким образом, ясно, что по первоначальному плану внутренняя часть целлы должна была в точности иметь ту же самую пропорцию, что и прямоугольник KH. Вместо этого прямоугольника, состоящего из двух квадратов KM и IJ и двух прямоугольников 0,618 JF, пол внутренней части целлы состоит из квадрата и семи прямоугольников $\sqrt{5}$, расположенных, как указано на рис. 154 (см. гл. 8).

В точке O находится прямоугольное отверстие, центр которого, как полагают, был центром статуи Афины. На самом деле этот центр статуи находится приблизительно на 4 дюйма к западу от точки O, если мы будем рассматривать прямоугольник KH на рис. 137, как первоначаль-

ный план внутренней части целлы. Таким образом, изменение восточной стены затронуло весь центральный прямоугольник колонны внутри целлы, включая и центр статуи Афины.

Нижняя ступень целлы образует прямоугольник внутри прямоугольника верхней ступени стилобата наружной колоннады.

Прямоугольник *AB* (рис. 138) взят по верхней ступени храма.

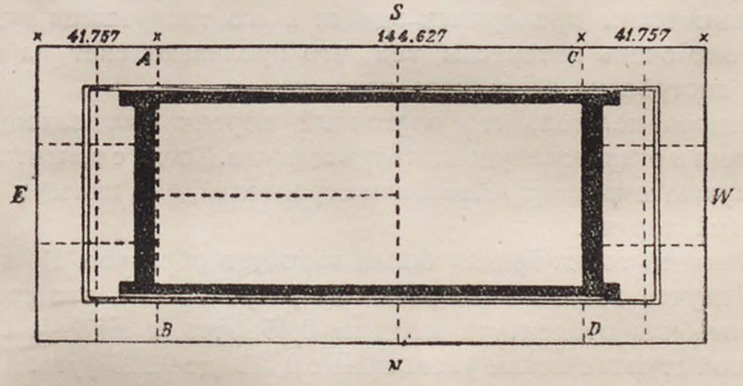


Рис. 139

CD — прямоугольник нижней ступени целлы.

CD находится точно (или почти точно) в центре *AB*.

Расстояния *GH* и *FE* почти в точности равны друг другу (15,88 и 15,87 фута).

Внутри *CD* находится прямоугольник верхней ступени целлы. Этот прямоугольник не точно центрирован по отношению к *AB* и *CD*.

Жирные черные линии изображают стены целлы.

LM — прямоугольник верхней ступени целлы.

Расстояние от точки *K* до точки *I* равно 17,78 фута; от точки *N* до точки *J* — 17,33 фута. Разность выражается в 0,45 фута.

Прямая *AB* (рис. 139) в точности совпадает с внутренней стороной восточной стены целлы.

Прямая *CD* не совпадает с внутренней стороной западной стены целлы.

Разность между ними, представляющая собой разность между глубинами восточного и западного портиков, выражается приблизительно в 0,45 фута.

CD — линия кладки камней фундамента.

Камни фундамента восточной стены целлы совершенно не соответствуют камням северной, южной и западной стен.

Камни же последних трех сторон расположены нормально и следуют определенному плану.

Эти неправильности ни в какой мере не противоречат динамическим пропорциям здания в его теперешнем виде. Но они очень интересны тем, что проливают свет на метод построения греческого чертежа.

Пенроз полагал, что восточный портик был закончен первым и оказался неудовлетворительным. Тогда с тем, чтобы он лучше отвечал требованиям строителей, был изменен западный портик.

С нашей точки зрения более вероятно обратное. Во всяком случае восточный портик был углублен тем, что стена целлы была отодвинута назад на 0,45 фута, а ширина восточной ступени целлы уменьшена с 0,139 до 0,126 фута.

Разница в ширине ступеней целлы (восточных, западных, северных и южных) объясняется, по мнению профессора Американской школы в Афинах Хилла (Hill), тем, что для ступеней был использован второсортный материал, взятый из незаконченного здания Парфенона, разрушенного персами. Проф. Хилл указал на несколько кусков мрамора, принадлежавших зданию первого Парфенона и помещенных в ступенях целлы теперешнего здания. На этом основании проф. Хилл полагает, что отступления от первоначального плана были сделаны исключительно в целях использования этого старого материала. Мы рассматриваем эту гипотезу как совершенно невероятную на том основании, что нельзя себе представить, чтобы греки изменили план такого важного здания, как Парфенон, только для того, чтобы использовать некоторое количество кусков старого мрамора, не говоря уже о том, что целые горы этого материала были у них под рукой.

Нам кажется более вероятным, что сдвиг целлы к северу

был сделан для того, чтобы парализовать эффект крутого ската к югу, поскольку на том же основании и колонны были облегчены. Более узкая ступень на восточной стороне целлы связана, как мы полагаем, с различием между восточным и западным его портиками. Эти отступления от первоначального плана, допущенные по вышеприведенным причинам, позволили строителям использовать некоторое количество камней из более раннего здания. Другими словами, план был изменен не ради того, чтобы использовать старые камни; последние брались только тогда, когда для них находилось соответствующее место.

ГЛАВА 6

ПОЛ ХРАМА И СТЕНЫ ЗДАНИЯ

Бо́льшая часть стен целлы Парфенона и вся крыша были разрушены; поэтому значительная и очень интересная часть здания ускользает от всякого анализа.

Тем не менее на западной стороне целлы осталась некоторая часть, позволяющая установить высоту до потолка с большой точностью.

Высота до потолка определяется нижней стороною балок, как это обычно бывает и в других зданиях; при этом кассеты не принимаются во внимание.

Поперечный разрез целлы от верхней ступени стилобата до потолка дает нам хорошо знакомый прямоугольник, уже встречавшийся нам в других пропорциях здания. Этот прямоугольник подобен четверти прямоугольника фасада, так что он по площади состоит из квадрата и трех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Ширина пола храма равна 101,347 фута.

Высота от пола до потолка равна 43,28 фута.

Трехмерное тело, образуемое полом и потолком храма, походило бы на ящик. Можно было бы сказать, что храм напоминает таковой, если бы у него не было крыши, фронтона, карниза и ступенчатого постамента. В действительности греческий дорийский храм походит на саркофаг, по-

добный саркофагу Александра или поздней ликийской гробнице.

Целла с ее подразделениями походила на внутренние отделения ящика.

С каждой стороны перед целлой стоит по четыре колонны; поперечный разрез любой стороны изображен на рис. 140.

Прямоугольник *AB* подобен четверти прямоугольника фасада.

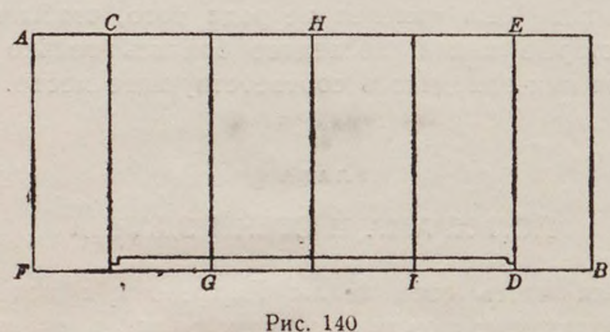


Рис. 140

Если взять ширину нижней ступени целлы для определения прямоугольника *GD*, то последний будет состоять из четырех прямоугольников, подобных тем, что окружают статую в середине целлы; другими словами, этот прямоугольник состоит из четырех прямоугольников 2,36 или из сорока прямоугольников 0,236.

Прямоугольники *CF* и *EB* состоят каждый из пяти прямоугольников 0,618.

Взяв ширину верхней ступени целлы для подразделения площади поперечного разреза, мы в результате получим прямоугольник *AB* (рис. 141). Последний состоит из четырех прямоугольников, подобных прямоугольнику колонны фасада.

Если продолжить линию верхней ступени целлы, т. е. линию ее пола, до точек *A* и *B*, лежащих на уровне наружных границ стилобата (как указано на рис. 142), то этим определяется прямоугольник *CB*. Он состоит из четырех прямоугольников 0,618, т. е. подобен шести прямоугольникам колонны фасада ($0{,}618 \times 4 = 0{,}412 \times 6$).

Прямоугольник EF состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

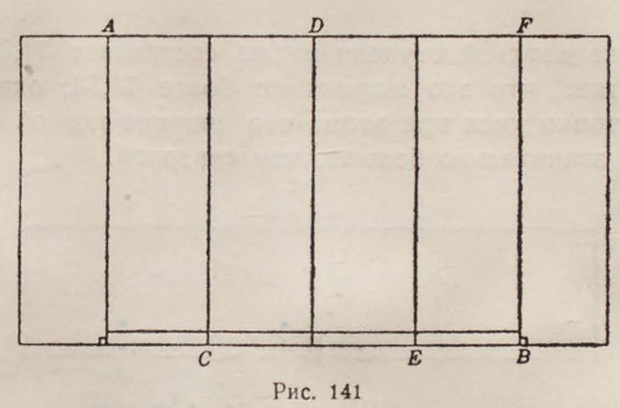


Рис. 141

Обратное числовое выражение для площадей прямоугольников AE и BG (для каждой из них) есть 0,34164, т. е. $0{,}17082 \times 2$.

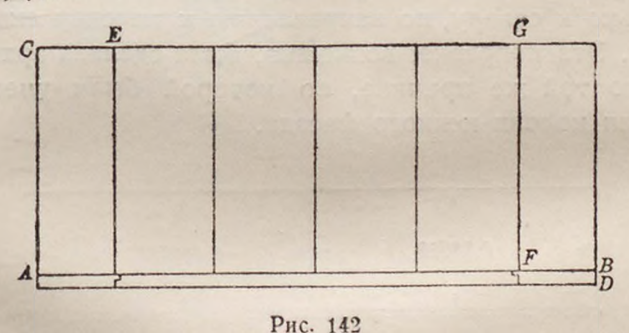


Рис. 142

Обратным числом 0,34164 является отношение 2,927. Последнее представляет собой два квадрата и прямоугольник 0,618 плюс его половина $(0{,}618 + 0{,}309)$.

ПЛАН ЦЕЛЛЫ И ЕЕ СТЕНЫ

Кривизна пола и потолка храма, так же как и неправильность ступеней целлы, лишь очень незначительно отражается на измерениях стен Парфенона.

Высота поперечного разреза, установленная при помощи

пропорциональной решетки, составляет 43,28. Высота целлы с боковых сторон, повидимому, больше почти на 0,2 дюйма.

Ширина верхней ступени целлы составляет 71,36. Пенроз считает, что эта ширина не более 71,33; однако он недостаточно учел при этом, что ширина южной нижней ступени значительно больше, чем северной.

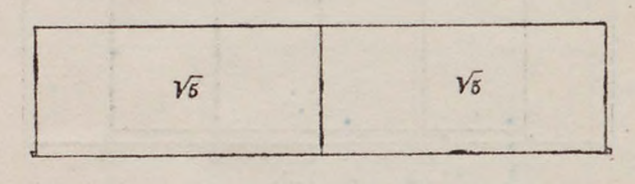


Рис. 143

Весь пол целлы, а тем самым, конечно, и весь ее объем, несколько смещен с центра; другими словами, он сдвинут несколько к северу, по направлению к массиву скалы Акрополя. Эта поправка, возможно, была сделана архитекторами по той же причине, по которой были уменьшены капители колонн южного фасада.

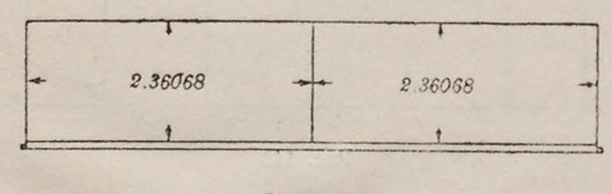


Рис. 144

Длина боковой верхней ступени целлы составляет 193,733 фута. Эта величина и высота храма (от пола до потолка) дают нам прямоугольник, состоящий из двух прямоугольников $\sqrt{5}$; другими словами, это фигура, подобная проекции фронтона и архитрава.

Та же длина (193,733 фута) и расстояние от пола целлы до ее потолка дают нам прямоугольник, состоящий из двух прямоугольников, подобных прямоугольнику средней части

целлы, а именно: два прямоугольника 2,36 (как указано на рис. 144, ср. рис. 143) или двадцать прямоугольников 0,236.

Высота колонн целлы и длина верхней ступеньки целлы в 193,733 фута дают нам прямоугольник, состоящий из десяти прямоугольников, подобных прямоугольнику фасада, как указано на рис. 145.

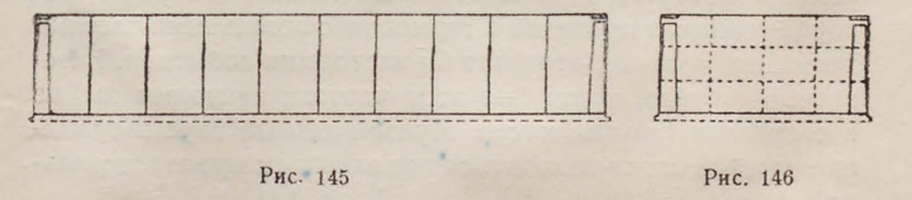


Рис. 145 Рис. 146

Высота колонн целлы и ширина верхней ступени целлы образуют прямоугольник, состоящий из прямоугольников 0,618, расположенных, как указано на рис. 146.

Длина боковой нижней ступени целлы составляет 196,383 фута. Если взять это измерение вместе с высотой целлы (от пола до потолка), то в результате мы получим прямоугольник, состоящий из трех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ (рис. 147).

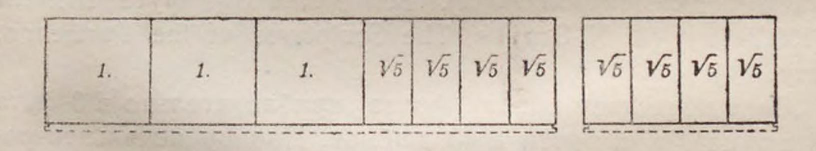


Рис. 147

Если взять полную ширину нижней ступени и высоту целлы (от пола до потолка) для построения другого прямоугольника, то последний будет состоять из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Таким образом, прямоугольник боковой стороны превосходит по своей длине прямоугольник передней стороны на три квадрата (рис. 147).

ГЛАВА 7

ПАНАФИНЕЙСКИЙ ФРИЗ И ЦЕЛЛА

Самая интересная часть внешней стороны целлы — знаменитый Панафинейский фриз.

Если бы мы в состоянии были найти тот чертеж, при помощи которого этот шедевр был создан, построен пропорционально и приведен в гармонию с остальными частями храма, то, конечно, это было бы настоящим событием. Независимо от того, каков был этот чертеж, никто все же не в состоянии сказать, каким образом личный вкус и суждение мастера могли находиться под влиянием пропорциональной схемы.

Обсуждение этого вопроса не входит в задачи настоящей книги. В данное время весь наш интерес сосредоточивается на общей композиции того архитектурного фона, на котором развернулись художественный вкус, инициатива и виртуозность рисунка мастера.

Полная длина фриза 524 фута 1 дюйм.

Высота, измеренная Пенрозом на месте, 3,324 фута.

„Длина каждой короткой стороны фриза 69 футов 6 дюймов (21,183 м). Длина каждой большой стороны его 192 фута $6^1/_2$ дюймов (58,685 м). Вся длина 524 фута 1 дюйм (159,74 м)" (A. H. Smith, The Sculptures of the Parthenon, стр. 51).

Смит исчисляет высоту фриза „приблизительно в 3 фута 4 дюйма", т. е. почти в 40 дюймов. Пропорциональная решетка указывает на 39,911 дюйма или 1,0137 м.

Пенроз измерил высоту на месте и нашел, что она равняется 3,324 фута. Пропорциональная решетка указывает на 3,326 фута. Разность получается около $^1/_2$ мм, — ее можно не принимать во внимание.

Схемой для всего фриза служит очень простое построение из квадрата и прямоугольников $\sqrt{5}$.

Для каждой длинной стороны мы имеем в точности сорок квадратов и сорок прямоугольников $\sqrt{5}$. Для каждой короткой стороны мы имеем восемнадцать квадратов и два прямоугольника $\sqrt{5}$ плюс два квадрата.

АРИФМЕТИЧЕСКОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО

Длина каждой большой стороны фриза 58,685 м.

Высота 1,01376 м.

$$\frac{58,685}{1,01376} = 57,8884.$$

Квадрат и прямоугольник $\sqrt{5}$ равны 1,4472.

$1,4472 \times 40 = 57,8884$, что составляет отношение каждой большой стороны.

Длина каждой короткой стороны фриза 21,183 м.

Высота 1,01376 м.

$$\frac{21,183}{1,01376} = 20,8944, \text{ что равняется}$$

восемнадцати квадратам плюс $1,4472 \times 2$.

Иначе мы можем это выразить следующим образом: двадцать квадратов плюс два прямоугольника $\sqrt{5}$.

$20,8944 \times 1,01376$ (высота фриза) $= 21,18190$.

Ошибка выражается в 1 см и 1 мм.

Эта небольшая ошибка объясняется угловыми поворотами фриза на углах здания.

Эти прямоугольники можно, конечно, расположить самым различным образом, в зависимости от требований композиции. Приведенные цифровые данные являются основными пропорциями, на базе которых производилась работа скульпторов.

Исходя из отношений, приведенных для передней и боковой высоты верхней и нижней ступеней целлы, чрезвычайно просто вычислить отношение для планов.

Отношение ширины верхней ступени и пола храма к высоте храма от пола до потолка составляет 1,64808.

Для боковой стороны это составит 4,472.

Разделив последнее число на первое, мы получим 2,7135, т. е., другими словами, два квадрата плюс половина прямоугольника 1,427.

Площадь, выражаемая этой дробью, состоит из площадей прямоугольников 0,618, расположенных, как указано на рис. 148 (ср. план храма, рис. 99).

Прямоугольник поперечного разреза целлы, взятый по нижнюю ступень, состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ (1,788854).

Прямоугольник продольного разреза целлы, взятый по нижнюю ступень, состоит из трех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ (4,788854).

Разделив большее из этих двух отношений на меньшее, получим число 2,677, выражающее прямоугольник плана нижней ступени целлы. Этот прямоугольник состоит из прямоугольников $\sqrt{5}$ и квадрата, как указано на рис. 149.

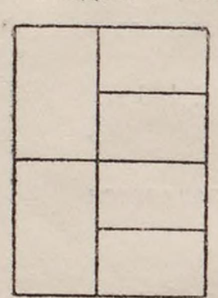


Рис. 148

Прямоугольник AB состоит из квадрата и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Прямоугольник BC состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

Прямоугольник AB очень интересен тем, что он выражает пропорцию пола главной части целлы.

Пропорция пола всей целлы очень близка к прямоугольнику на рис. 149. Единственное отличие состоит в том,

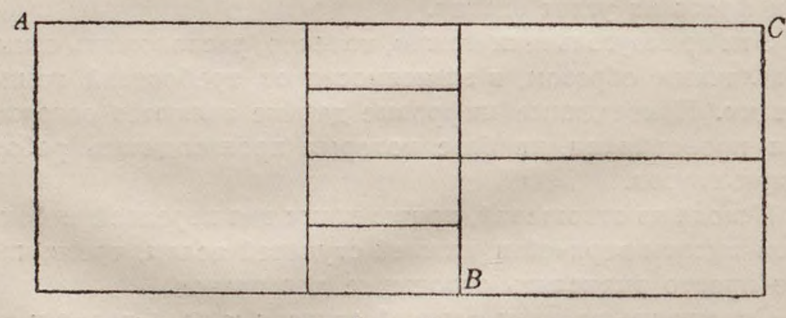


Рис. 149

что прямоугольник, соответствующий прямоугольнику BC, состоит из трех прямоугольников $\sqrt{5}$, а не из двух таких прямоугольников.

Как и для прямоугольника верхней ступени целлы, пропорциональные вычисления указывают на то, что правильная ширина нижней ступени выражается в 73,36 вместо 73,4, приведенных Пенрозом.

Длина в 193,733 и 196,383 была соответственно установлена Пенрозом для верхней и нижней ступеней. Эти цифровые данные были нами приняты, но возможно, что они не выражают предполагавшейся длины ступеней; последнее соображение подтверждается различием в ширине восточных и западных ступеней: для первых мы имеем 1,26, для последних 1,39.

ГЛАВА 8

НАОС

Наос* был, повидимому, самой живописной частью храма, так как в нем стояла статуя Афины работы Фидия.

С восточной стороны здесь исчезло все, что возвышалось над полом, за исключением немногих камней первого ряда кладки стен. Единственные данные, которыми мы располагаем для определения пропорций наоса, следующие: фундамент из поросского мрамора для пьедестала статуи; камни фундамента колонн, окружавших статую по прямоугольнику; слегка осевший прямоугольник пола между колоннами; прямоугольное отверстие в центре фундамента из поросского мрамора; большое количество камней пола вокруг камней, на которых стояли колонны.

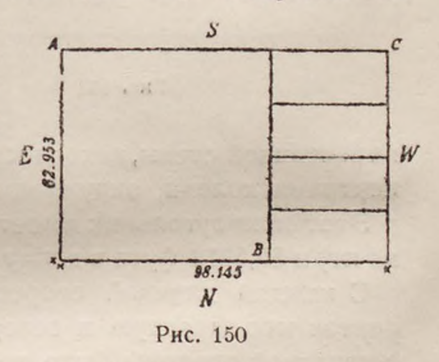


Рис. 150

В том виде, в каком он находится сейчас, пол наоса можно сравнить с громадным чертежным столом из гладкого пентелийского мрамора, на котором еще виден план, нанесенный строителями.

---

* Автор называет „наосом" восточную, бóльшую часть внутренности Парфенона, понимая под целлой оба внутренних помещения, в противоположность нашему обычному словоупотреблению, соответственно которому под целлой понимают только главную часть внутренности храма.

Прим. ред.

От внутренней поверхности восточной стены наоса до внутренней поверхности его западной стены 98,145 фута.

От внутренней поверхности северной стены до внутренней поверхности южной стены 62,953 фута.

Разделив большее число на меньшее, мы увидим, что прямоугольник, образованный всей поверхностью пола, состоит из квадрата и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

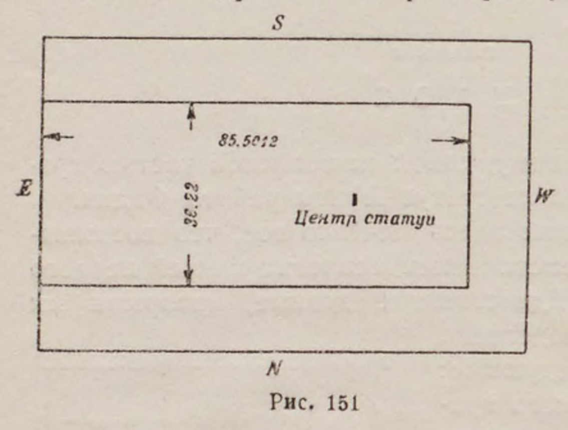


Рис. 151

AB на рис. 150 — квадрат, стороны которого равны ширине наоса.

Прямоугольник *BC* состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

Внутри прямоугольника наоса, примыкая одной своей короткой стороной к внутренней стороне восточной стены, находится прямоугольник, образованный центрами колонн, окружавших статую.

Этот прямоугольник имеет 36,22 фута в ширину (с севера на юг) и 85,5012 фута в длину (с востока на запад) (рис. 151).

С каждой длинной стороны имелось по десяти колонн, считая юго-западную и северо-западную угловые колонны; с западной стороны было три колонны. Всего колонн было двадцать три.

Если мы возьмем оси этих колонн в качестве точек, от которых проведем прямые по направлению с севера на юг и с востока на запад, то мы получим в результате сетку, которая является динамической пропорциональной сеткой. Она настолько проста и точна, что исключает возможность всякой другой интерпретации плана (рис. 152). Если бы строители Парфенона могли взять на себя труд объяснить свой графический пропорциональный метод, то он не мог бы быть объяснен проще и яснее, чем этой схемой, установленной посредством линий, соединяющих оси колонн.

Следует отметить, что мы имеем десять подразделений по длине прямоугольника. Восемь из них равны между собой. Полоса *AC* с восточной стороны уже, чем другие; полоса *KL* с западной шире других.

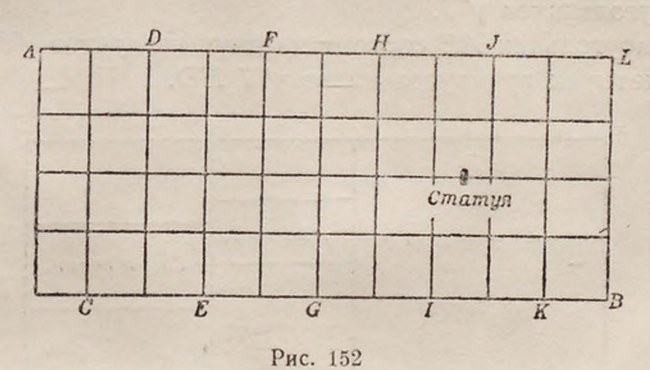


Рис. 152

Однако если соединить полосы *AC* и *KL*, то в сумме они в точности равны двум правильным полосам.

Каждая из восьми правильных полос представляет собой прямоугольник 0,236; две неправильные полосы, взятые вместе, равны площади прямоугольника 0,472 или $0{,}236 \times 2$.

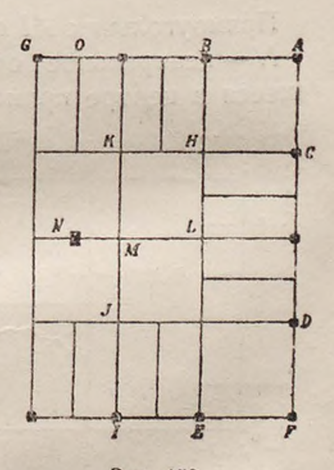


Рис. 153

Угловые колонны в юго-западном и северо-западном углах поставлены на большем расстоянии от соседних колонн, чем другие колонны.

Расстояние *CD* (рис. 153) равно расстоянию *GB*, а площадь прямоугольника *DH* равна и подобна площади прямоугольника *GH*.

BC и *ED* — квадраты.

GI и *IB* — прямоугольники 0,236.

0,236 — обратное число для 4,236, т. е. величина, обратная по площади двум квадратам и прямоугольнику $\sqrt{5}$.

Прямые, проведенные от осей колонн западной стороны, определяют площадь в два квадрата, *HJ*.

Таким образом, площади прямоугольников *KB* и *EJ* со-

стоят каждая из двух прямоугольников $\sqrt{5}$; если соединить *KB* и *EJ*, то они в сумме будут равны одному прямоугольнику $\sqrt{5}$.

Прямоугольники *CL* и *LD* также состоят каждый из двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

Прямоугольник *AE* состоит из двух квадратов *AH* и *ED* и из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ *HD*.

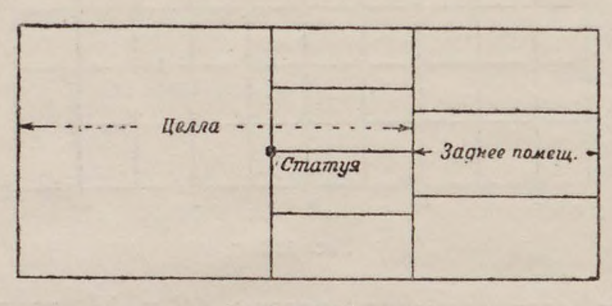


Рис. 154

Прямоугольник *AI* состоит из двух квадратов *AM* и *MF*.

N — центральное отверстие основания статуи, находящееся в центре прямоугольника 0,236 *GI*.

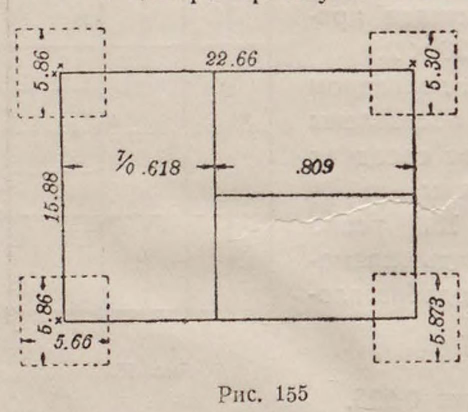


Рис. 155

Прямоугольник *IO* — половина прямоугольника *IG*; следовательно, центр статуи находится на большей стороне прямоугольника 0,618 *OF*.

0,236 : 2 = 0,118.

0,118 (*OI*) плюс два квадрата (*IA*) равно 0,618.

Прямоугольник, обнимающий площадь всего пола внутренней части целлы, включая сюда площадь пола наоса и заднего помещения в западной части здания, состоит из квадрата и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ (в сумме это — прямоугольник наоса) плюс три прямоугольника $\sqrt{5}$ (в сумме это — заднее помещение), как показано на рис. 154.

В середине заднего помещения Парфенона стояли четыре колонны, но от них не осталось никаких следов. Судя по величине камней фундамента, которые все еще на месте, эти колонны должны были достигать значительной высоты; было даже сделано предположение, что колонны эти были ионийскими.

Один из камней фундамента этих колонн меньше с одной стороны, чем другие; следовательно, колонна, стоявшая на этом фундаменте, не могла быть в точности поставлена в центре. Точный центр остальных трех колонн установлен. Центры четырех колонн заднего помещения Парфенона находились в четырех углах прямоугольника, состоящего из прямоугольников 0,618, расположенных, как указано на рис. 155. Этот прямоугольник неоднократно встречается и в других частях Парфенона.

ГЛАВА 9

АНТЕФИКС

Край крыши Парфенона был украшен орнаментом в виде двойной волюты и пальмового листа; этот орнамент назывался „антефикс“ и помещался через ряд на концах рядов черепиц крыши. Бо̀льшая часть антефиксов исчезла. Один из них сохраняется в Афинском музее, другой — в Британском, три антефикса сохранились на самом здании. Эти последние вырезаны на камнях, поддерживающих водосточное рыльце в виде львиной маски. На каждом углу здания имелось по одному такому антефиксу. Антефикс юго-восточного угла разрушен; антефиксы юго-западного и северо-западного углов еще настолько сохранились, что мы имеем возможность получить их рисунки.

Спираль волют антефиксов Парфенона дает повод сказать несколько слов о ионийской волюте. В течение лета 1902 г. я имел несколько собеседований с Пенрозом относительно пропорций греческих зданий; я присутствовал также в ноябре этого же года на собрании Королевского института британских архитекторов, на котором Пенроз прочел свой известный доклад, посвященный ионийской волюте.

По мнению Пенроза, лучшие образцы греческих волют представляли собой почти логарифмические спирали; другими словами, они близко подходили к спирали раковины. Пенроз, однако, подчеркнул в своем докладе, что спираль раковины не отвечает всем требованиям спирали, созданной греками. Этот известный английский исследователь являлся настолько большим сторонником логарифмической спирали как кривой, незаменимой в чертеже, что он даже изобрел специальный прибор для ее механического построения. Этот прибор он назвал „геликограф“ и экспонировал его на выставке Кристалл-Паласа. Геликограф состоял из кольца, скользящего на стержне, один конец которого был прикреплен к чертежной доске; скользящее кольцо было соединено с зубчатым колесиком и карандашом. Колесико можно было повернуть под любым нужным углом, и, по мере того как стержень вращался, скользящее кольцо, понуждаемое к тому зубчатым колесиком, двигалось вверх и вниз; карандаш в это время чертил логарифмическую спираль под любым нужным углом.

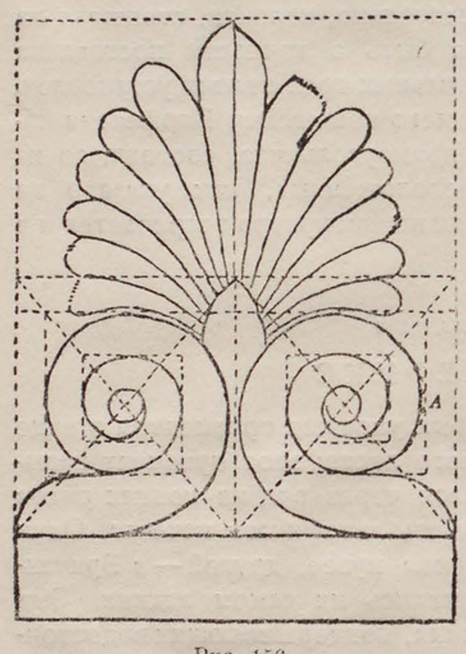


Рис. 156

Пенроз был убежден, что греки применяли для этой цели небольшой деревянный цилиндр с нарезками с одной стороны, чтобы укреплять веревку; цилиндр прикреплялся к глазку волюты, и веревка по мере своего разматывания вычерчивала нужную спираль.

Мне показалось это крайне неправдоподобным, о чем я и сказал изобретателю. Пенроз предложил найти что-нибудь лучшее. В то время я не имел этой возможности, но вы-

сказал предположение, что мастера классической древности вряд ли пользовались другими инструментами, кроме тех, которые у них имелись в торговом обращении. Этот инцидент возбудил, однако, мое любопытство, и с тех пор я тщательно изучал все греческие спирали, которые мне приходилось встречать.

Через некоторое время мне довелось посетить Британский музей. Мое внимание было сразу привлечено одной ионийской волютой из большого храма в Эфесе. Древние имели обыкновение чрезвычайно тщательно завершать отделку глазка волюты или же оставлять отверстие для бронзового закрепа или украшения. Глазок данной волюты был, однако, не закончен; на нем были видны линии, разделявшие площадь глазка волюты на восемь частей; на камне были видны также бесспорные следы ножек циркуля; это указывало на то, что каменщики делали спираль при помощи дуги окружности. Конечно, не была исключена и такая возможность, что какой-нибудь любознательный исследователь работал над этой капителью при помощи циркуля, и поэтому приходилось искать более веских доказательств. Эти доказательства я нашел при изучении незавершенного глазка волюты ионийской капители в музее Пропилей в Приене. Все части этой капители сильно пострадали от выветривания; это совершенно исключало предположение, что следы циркуля принадлежали более позднему времени, чем самая капитель. Открытие этих следов циркуля вызвало в музее большую сенсацию, и для меня изготовили специальные слепки с них. Эти капители были выставлены в музее в течение долгих лет, но следы циркуля на полюсах волют не были замечены никем, кроме меня.

Тем не менее, эти следы циркуля не намного пояснили мне те методы, которыми пользовались греки для определения пропорций спирали. Только много времени спустя мне удалось решить эту проблему. Приблизительно двенадцать лет тому назад я заметил, что спираль раковины может с успехом быть использована в чертеже. Сама кривая не имеет для нас большого значения, но она служит прекрасной иллюстрацией принципа обратной пропорции;

последняя же может иметь большую ценность для чертежа. Когда установлена обратная площадь или обратная пропорция любого прямоугольника, то диагональ этой обратной площади пересекается с диагональю всего прямоугольника под прямым углом.

AB на рис. 157 есть любой прямоугольник, *AC* — прямоугольник, обратный ему по величине.

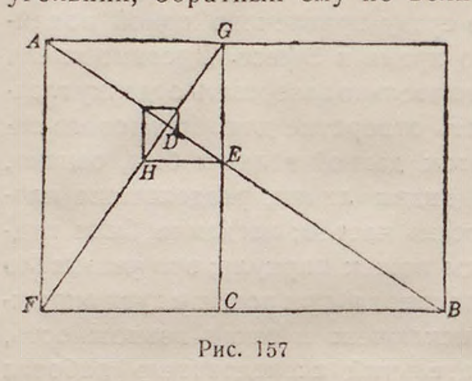


Рис. 157

Диагонали этих двух прямоугольников пересекаются под прямым углом в точке *D*.

Прямые *BF*, *FA*, *AG*, *GE*, *EH* и т. д. даны в непрерывной пропорции и выражают отношение друг к другу короткой и длинной сторон прямоугольника *AB*.

Закручивание этих линий вокруг точки *D* может быть продолжено до бесконечности, а в результате мы будем иметь прямую линию, соответствующую спирали раковины.

Такая спираль может быть построена чертежником при помощи наугольника.

Именно этим путем была открыта динамическая симметрия. Я обратил внимание на тот факт, что должны существовать прямоугольники, имеющие такие пропорции, при которых обратные им площади выражаются в целых числах частей самих прямоугольников, как 1:2:3:4:5 и т. д. Другими словами, при которых прямоугольник *FG* (рис. 157) является кратной величиной прямоугольника *AB*.

Вскоре я установил, что эти прямоугольники имеют соотношение, выражающееся посредством квадратного корня, т. е. что пропорциональное соотношение сторон подобно отношению единицы к $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$ и т. д.

Таким образом я натолкнулся на пропорции, найденные греками архаического периода, открывшими метод, посредством которого можно начертить квадрат, который был бы любой кратной частью любого квадрата. Этот метод много

позднее был описан Платоном в его „Теэтете“. Квадраты, построенные на длинных и коротких сторонах этих прямоугольников, выраженных в пропорциях квадратного корня, относятся друг к другу, как 1 : 2 : 3 : 4 : 5 и т. д.

Рамки настоящего исследования не позволяют мне остановиться подробнее на рассмотрении ионийской волюты. Я проделал большую работу по этому вопросу и, как и Пенроз, пришел к тому заключению, что настоящая греческая спираль очень близко подходит к спирали логарифмической. Метод анализа греческой спирали при помощи обратной пропорции точно определяет ее отклонение от математической кривой. Этот метод показывает также, каким путем можно легко и точно построить такую спираль, придав ей желательные пропорции.

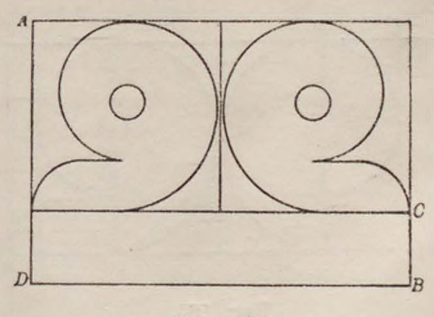


Рис. 158

Ни одна волюта не сможет послужить нам лучшей иллюстрацией к этому, чем волюта антефикса Парфенона.

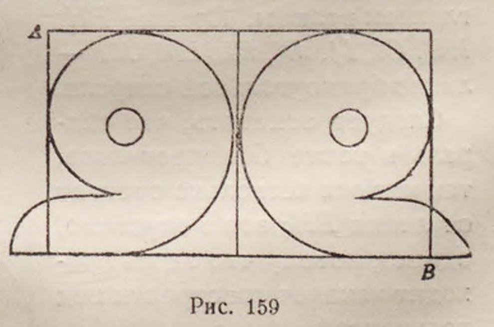


Рис. 159

Наиболее характерной чертой антефикса Парфенона является следующее: если мы не будем принимать в расчет пальметты, то остальная часть орнамента выражается в пропорциях квадрата и прямоугольника $\sqrt{5}$ (прямоугольник *AB* на рис. 158).

Площадь прямоугольника, занимаемого волютой, состоит из двух квадратов *AC*.

Следовательно, прямоугольник *CD* состоит из двух квадратов и двух прямоугольников 1,618 (рис. 159).

Прямоугольник *AB* на рис. 159 подобен прямоугольнику фасада. Следовательно, каждая спираль разворачивается в

прямоугольнике, подобном половине прямоугольника фасада (рис. 160).

Прямоугольник *AB* на рис. 160 состоит из двух квадратов.

Прямоугольник *CD* — фигура, подобная прямоугольнику фасада.

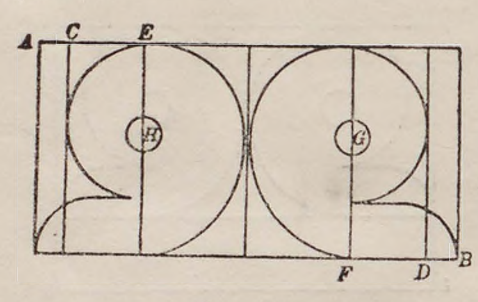


Рис. 160

EF — квадрат, две стороны которого проходят через центры глазков волют *H* и *G* (рис. 160).

AB на рис. 161 — квадрат.

Прямоугольник *CB* подобен половине прямоугольника фасада.

Прямоугольник *HI* — обратный по величине прямоугольнику *CB*.

Диагонали двух прямоугольников *CB* и *HI* (рис. 161) пересекаются под прямым углом в точке *E*, которая является глазком волюты. Прямые *BH*, *HC*, *CI*, *IJ*, *JK*, *KL*, *LM*, *MF* — линии прямоугольной спирали.

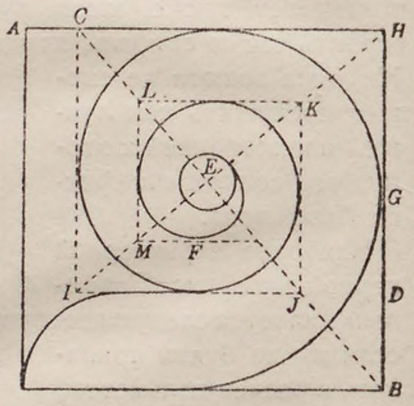


Рис. 161

Следует отметить, что спираль в точке *G* неправильна, так как она несколько отстоит от линии *BH*; это допустимо, однако, потому что здесь проходит наконечник стрелки под пальметтой.

От точки *F* спираль слишком быстро движется к центру до касания окружности глазка волюты. Кривая несколько неправильна в точке *F*, так как она не вполне касается линии *MF*.

Нормально спираль должна бы закручиваться в центре, как показано на рис. 162*a*, где она касается глазка волюты в точке *A*.

В действительности спираль быстро поднимается от точки C и касается окружности полюса волюты в точке D (рис. 162*b*).

Повидимому, архитектор учел, что нормальная спираль в данной пропорции имела бы слишком много завитков по сравнению с размером глазка волюты.

Следовательно, данная волюта не является вполне точным примером непрерывной пропорции ввиду тех изме-

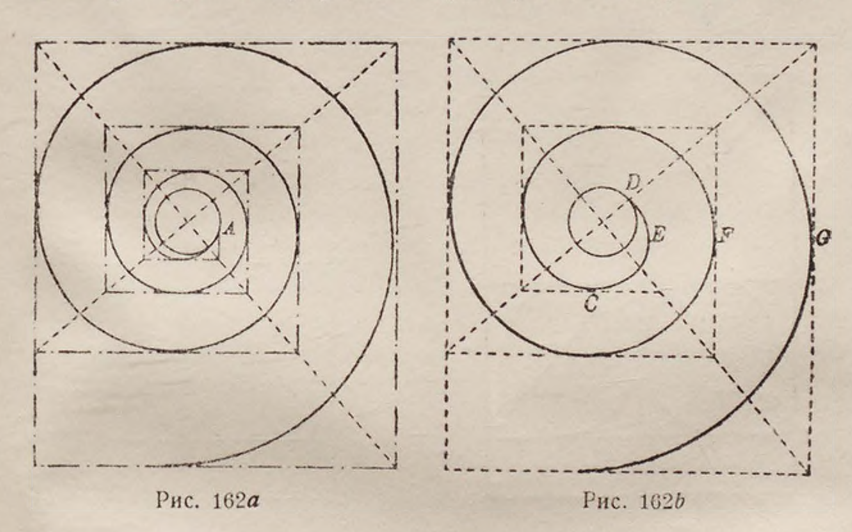


Рис. 162*a* Рис. 162*b*

нений, которые она претерпевает от точки G до точки F и от точки F до точки E. Эта неправильность встречается во всех волютах антефикса и, таким образом, служит характерной особенностью спирали деталей Парфенона.

За исключением указанных неправильностей, эта волюта очень близко подходит к настоящей спирали раковины. Сомнительно, однако, чтобы греки имели это в виду. Создавая спираль, они, повидимому, следовали обычному для них общему методу построения кривых при помощи касательных линий.

Спираль антефикса представляет собой кривую, воспроизводящую пропорции фасада здания, и архитектор рассматривал ее, вероятно, с этой точки зрения, следуя старому эстетическому правилу.

Весь антефикс имеет следующие пропорции (рис. 163): Прямоугольник *AC* состоит из прямоугольника $\sqrt{5}$ и его половины, другими словами, из трех прямоугольников, подобных прямоугольнику фронтона и антаблемента.

Эти три прямоугольника расположены друг над другом (см. заднее помещение целлы).

Прямоугольник *CD* равен квадрату и прямоугольнику $\sqrt{5}$, в котором прямоугольник *CE* равен двум квадратам.

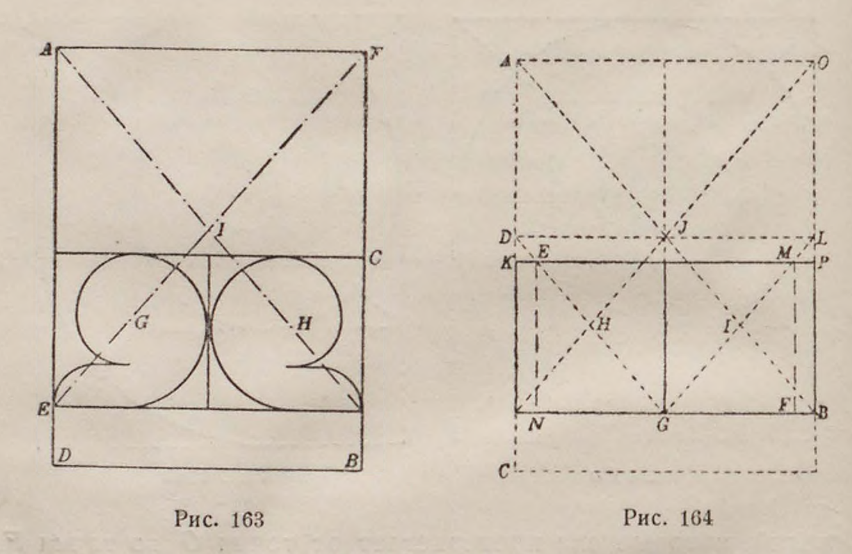


Рис. 163 Рис. 164

Следовательно, прямоугольник *EB* состоит из пяти квадратов и площади прямоугольника 0,236. Его обратное числовое выражение составляет 0,191.

Прямоугольник *EF* подобен половине прямоугольника фасада. Диагонали прямоугольника *EF* проходят через центры глазков волют *G* и *H*. Наконечник стрелки пальметты совпадает с точкой *I* и находится в центре прямоугольника *EF*. Каждая волюта развертывается внутри площади, подобной *EF*.

Позади нового Греческого музея на Акрополе имеется много осколков антефиксов, из которых некоторые сохранили цельную или почти цельную спираль. По этим осколкам можно судить о том, что некоторые антефиксы Пар-

фенона были меньше других. Спирали все подобны друг другу, что может быть доказано путем соответствующего наложения рисунка меньших из них на большие. Меньшие спирали имеют и меньшее расстояние между центрами своих полюсов.

Единственное объяснение, которое здесь можно привести, сводится к тому, что некоторая кривизна боковых фасадов здания отразилась и на карнизе; поэтому те из антефиксов, которые были ближе к центру, были короче. Волюты их, однако, доказывают, что пропорции во всех случаях были одни и те же (рис. 164).

Прямоугольник *AB* на рис. 164 есть часть антефикса, содержащая волюты и пальметту. Этот прямоугольник подобен половине прямоугольника фасада. Линия, проведенная горизонтально через точку *J*, делит прямоугольник *AB* на две равные части. Следовательно, каждая из этих частей образует прямоугольник, подобный прямоугольнику фасада.

Прямоугольник *KB* состоит из двух квадратов, содержащих волюты.

DG и *GL* — диагонали двух половин прямоугольника *DB*.

Эти прямые пересекают прямую *KP* в точках *E* и *M*; следовательно, прямоугольник *EF* подобен *DB* и прямоугольнику фасада.

Точки *H* и *I* являются центрами глазков волют.

CB — ничем не заполненный прямоугольник 0,191 в нижней части антефикса.

Отношение прямоугольника *OC* есть 1,3618. Отношение прямоугольника *AB* есть 1,1708, или 1,3618 минус 0,191.

Дробь 0,8541 (или половина 1,7082) есть обратное число для 1,17082.

Прямоугольник *AB* на рис. 165 есть квадрат плюс площадь прямоугольника $\sqrt{5}$. Прямоугольник *AP* состоит из двух квадратов. Прямоугольник *CD* подобен прямоугольнику фасада.

Прямоугольник *CL* состоит из двух прямоугольников 0,618.

Прямоугольник *ML* состоит из двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

EH — квадрат, две стороны которого проходят через центры глазков волют.

GJ — прямоугольник 2,618.

Прямоугольники *MI DJ*, состоят каждый из прямоугольника 0,618 и его половины (0,618 + 0,309 = 0,927).

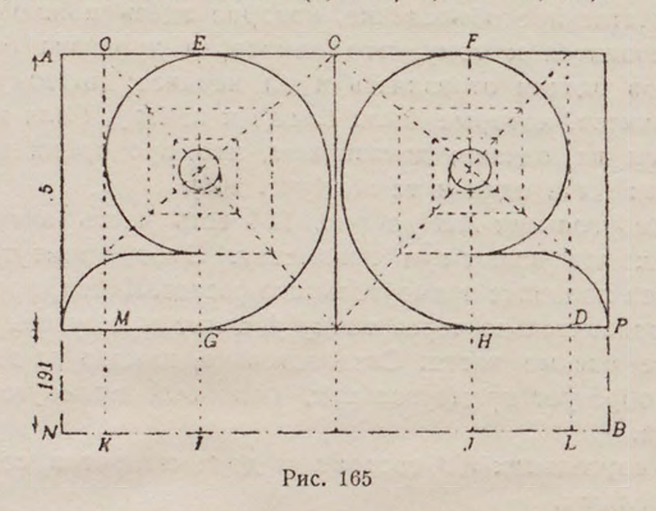


Рис. 165

MN и *DB* — прямоугольники 2,618, обратное числовое выражение для каждого из них — 0,382.

Если сложить прямоугольники *GN* и *HB*, то они будут равны прямоугольнику *GJ*.

ГЛАВА 10

ГРЕЧЕСКАЯ СПИРАЛЬ

Построение обратного прямоугольника дает возможность построить идеальную волюту. Прямоугольники греческих волют различны, но те из них, которые мы считаем лучшими, приближаются к определенной точной схеме.

Даже поверхностное рассмотрение показывает нам, что волюта ионийской капители должна развертываться в прямоугольнике, не слишком близко приближающемся к квадрату, но и не превышающем квадрата с четвертью. Если прямоугольник слишком приближается к квадрату, то волюта будет иметь слишком много завитков или вызовет

необходимость большего глазка, превышающего нормальный размер. Прямоугольник больше квадрата с четвертью даст нам спираль со слишком малым числом завитков (рис. 166*a* и 166*b*).

Эти положения наглядно показаны на рис. 166*a* и *b*. Прямоугольник 1,118 на рис. 166*a* требует слишком большого глазка волюты. Прямоугольник 1,236 на фиг. 166*b* требует слишком большого расстояния между завитками спирали.

На опыте было установлено, что прямоугольник, имеющий отношение 1 : 1,191 или приближающееся к нему, боль-

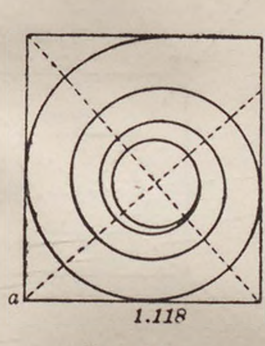


Рис. 166*a*

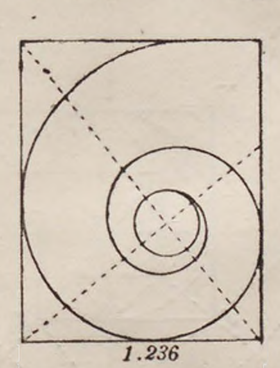


Рис. 166*b*

ше всего подходит для спирали ионийской капители. Спираль антефикса Парфенона имеет отношение 1 : 1,17082; при данном отношении получается слишком много завитков, что ясно видно на рис. 162*a*.

Прямоугольная спираль, построенная в прямоугольнике 1,191, повидимому, наилучшая, поскольку она обладает некоторыми свойствами уравновешенной пропорции.

AB на рис. 167 — прямоугольник 1,191, *CD* — обратный ему прямоугольник.

Диагонали этих прямоугольников пересекаются под прямым углом в точке *E*. Через точку *E* проведем параллельно сторонам прямоугольника *AB* линии *FH* и *GI*.

Прямоугольники *CE*, *ED*, *LE*, *JE* и т. д. подобны прямоугольнику *AB*, но занимают положение такое же, как прямоугольник *CD*.

BE, *AE*, *KE*, *ME* и т. д. подобны прямоугольнику *AB* и занимают то же положение, что и последний.

Прямоугольник *CF* состоит из прямоугольника, подобного прямоугольнику *AB*, плюс обратный прямоугольник *AE* и т. д.

Следует отметить, что точки *N*, *J*, *K*, *L*, *M* и т. д. находятся точно в центре каждого соответствующего им прямоугольника, т. е. прямоугольников *BE*, *CE*, *AE*, *DE*

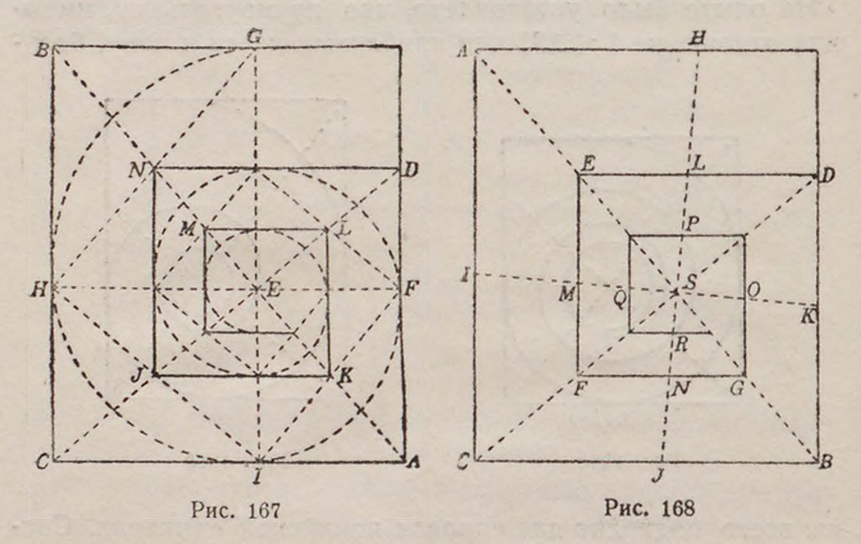


Рис. 167

Рис. 168

и т. д. Это центральное положение точек и создает вышеуказанное равновесие пропорций. В прямоугольнике большего или меньшего размера углы прямоугольной спирали будут лежать по ту или другую сторону этих центров. Именно на этом основании возможно предположить, что указанный прямоугольник является идеальным для волюты ионийской капители.

Кривая спирали может быть установлена внутри прямоугольника посредством четверти или восьмой окружности; восьмая лучше, хотя четверть создает удивительно мягкую кривую линию.

AB на рис. 168 — прямоугольник 1,191. Дробь 0,191 выражает прямоугольник, подобный гладкому прямоугольнику в нижней части антефикса.

Диагонали AB и CD пересекаются под прямым углом в точке S, являющейся центром полюса спирали.

Разделим пополам прямые углы ASD, ASC, CSB, BSD и проведем прямые JH и JK.

Следует заметить, что эти линии не параллельны ни стороне AC, ни стороне CB.

Если мы построим окружность глазка волюты, то площадь этой окружности будет разделена на восемь равных частей посредством линий AB, CD, IK, и JH.

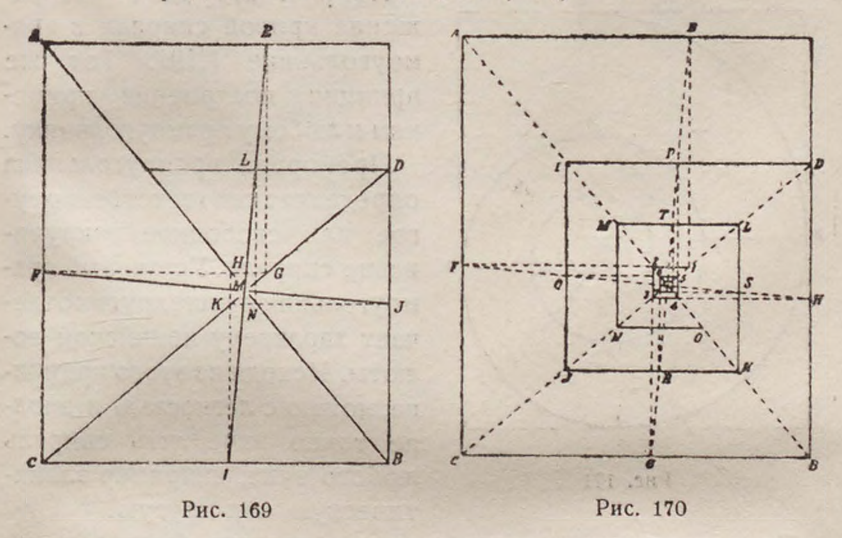


Рис. 169 Рис. 170

H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R — точки касания кривой спирали. Другими словами, кривая спирали будет касаться прямоугольной спирали в этих точках.

От точки касания F на рис. 169 проведем линию FG, параллельную линии CB.

От точки касания I проведем линию IH, параллельную CA.

От точки касания J проведем линию JK и т. д.

$AFGE$ — квадрат, так же как и $FCIH$, $IBJK$, $NJDL$ и т. д.

Эти квадраты образуют кольцо квадратов вокруг полюса M, а стороны их являются радиусами дуг четверти окружности для кривой линии спирали: $GHKN$ и т. д. являются центрами дуг и лежат на линиях AB и CD.

Если мы применим дуги восьмой окружности для установления кривой спирали, то дополнительные точки будут лежать на линиях *FJ* и *IE*.

Когда радиусы дуг четверти окружности начерчены, как, например, 1*EF*, 2*FG*, 3*GH*, 4*HP*, 5*PQ*, 6*QR*, 7*RS*, 8*ST* и т. д., то центры образуют прямоугольную спираль вокруг центра полюса. Эту спираль можно назвать вписанной в большую прямоугольную спираль (см. рис. 170).

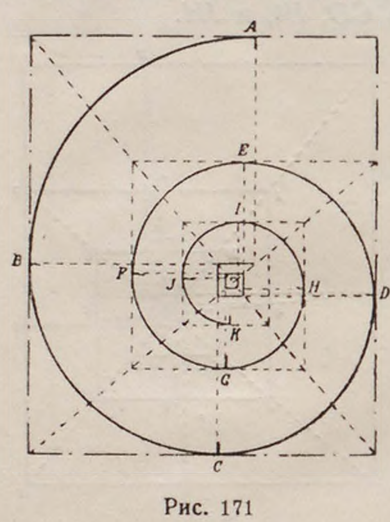


Рис. 171

На рис. 171 дано изображение кривой спирали в прямоугольнике 1,191. Тот же принцип построения применим к любому прямоугольнику.

Пропорция прямоугольника определяет соответственно тугое или свободное закручивание спирали. Указанный прямоугольник лучше других отвечает характеру ионийской волюты. Исходя из этого принципа, можно с легкостью и вполне точно начертить спираль любого типа, например эллиптическую или другую.

Прямоугольную спираль можно начертить быстро, и, судя по ней, можно определить, каков будет вид кривой спирали.

Точки, в которых кривая спираль касается прямоугольной спирали, это *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *J*, *K* и т д.

EC на рис. 172 — прямоугольник, обратный прямоугольнику *AD*, а диагонали обоих прямоугольников пересекаются под прямым углом в точке *B*.

Прямые *FG* и *HI* делят пополам углы *ABC*, *CBD*, *DBE* и *EBA*.

HJFA будет всегда квадратом, независимо от того, какой прямоугольник мы берем.

Прямоугольник *AK* определяется продлением стороны квадрата *FJ* до точки *K*.

Таким образом, прямоугольник *AK* состоит из квадрата плюс прямоугольник, подобный прямоугольнику *AD*. Это показывает нам диагональная линия *EJ*.

Соединение динамического прямоугольника и квадрата встречается в греческом искусстве очень часто.

Чем ближе первоначальный прямоугольник к квадрату, тем ближе к перпендикуляру прямая *GF*.

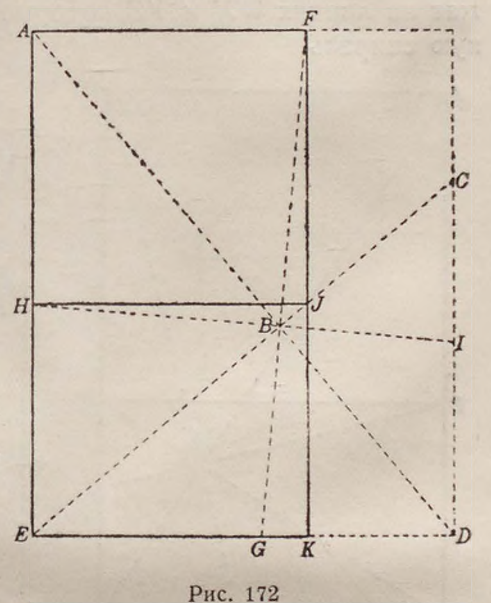


Рис. 172

В прямоугольнике 0,618 или 1,618 прямая *GF* в одной своей точке совпадает с углом основной площади. В любом прямоугольнике, имеющем отношение сторон больше чем 1 : 1,618, точка *F* лежит вне основного прямоугольника.

AB на рис. 173 — прямоугольник 1,618, *CD* — обратный ему прямоугольник.

Диагонали *AB* и *CD* пересекаются под прямым углом друг к другу в точке *E*.

Прямые *FG* и *HI*, проходя под прямым углом через точку *E*, разделяют на две равные части углы *AED*, *DEB*, *BEC* и *CEA*.

F — угол основного прямоугольника.

H — угол квадрата *AD*.

Совпадение точек *H* и *F* с углами квадрата *AD* обусловливает равновесие пропорций этого прямоугольника.

AB на рис. 174 — прямоугольник $\sqrt{5}$.

CD — диагональ прямоугольника, обратного ему.

FE и *GH* — прямые, делящие пополам углы *AJD*, *DJB*, *BJC* и *CJA*.

AK — квадрат; *CK* — подобен прямоугольнику *AB*.

AJ — квадрат плюс прямоугольник $\sqrt{5}$ (см. план Парфенона).

Слепок глазка волюты из храма в Эфесе воспроизводит следы циркуля на диагоналях, служащих для деления глазка на восемь частей. На рис. 175 дано деление глазка волюты на восемь частей. Центры дуг находятся в точках 1, A, 2, B, 3, C, 4, D, 5, E, 6, F, 7, G и т. д.; эти точки лежат на линиях WX и YZ, которые пересекают прямоугольную спираль.

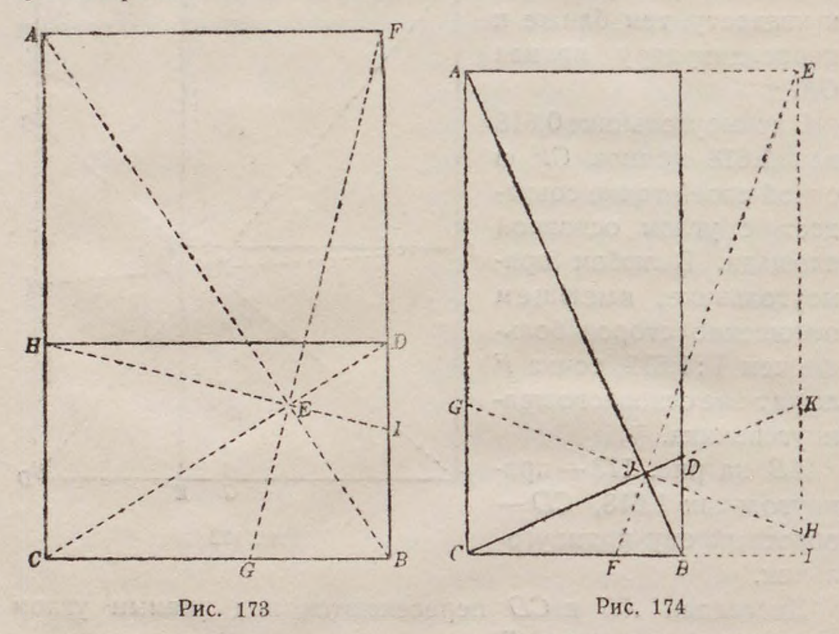


Рис. 173　　　Рис. 174

Ясная линия кривой, воспроизведенная на этом рисунке, построена при помощи четвертей окружности; их центры лежат в углах квадратов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и т. д.

Результат, полученный при помощи восьмых окружности, отмечен пунктиром от точки H до J, от J до K, от L до M, от N до O, от P до Q и т. д.

Восьмые окружности дают более полную кривую, которая, несомненно, предпочтительна для очень больших спиралей, как спираль волюты Эфесского храма.

Дальнейшая иллюстрация своеобразного равновесия пропорций прямоугольной спирали в прямоугольнике 1,191 дается на рис. 176. Следует вспомнить, что углы прямо-

угольной спирали в прямоугольнике 1,191 касаются центров подобных прямоугольников, составляющих основной прямоугольник (см. рис. 167). В настоящем построении подобные прямоугольники заменены рядом квадратов, расположенных кольцеобразно вокруг центра спирали. Квадраты эти следующие: *ML*, *LO*, *OR*, *RS*, *SV*, *VW* и т. д. Прямоугольная спираль касается диагоналей этих квадратов в точках *E*, *F*, *G*, *H*, *W*, *J*, *K* и т. д.

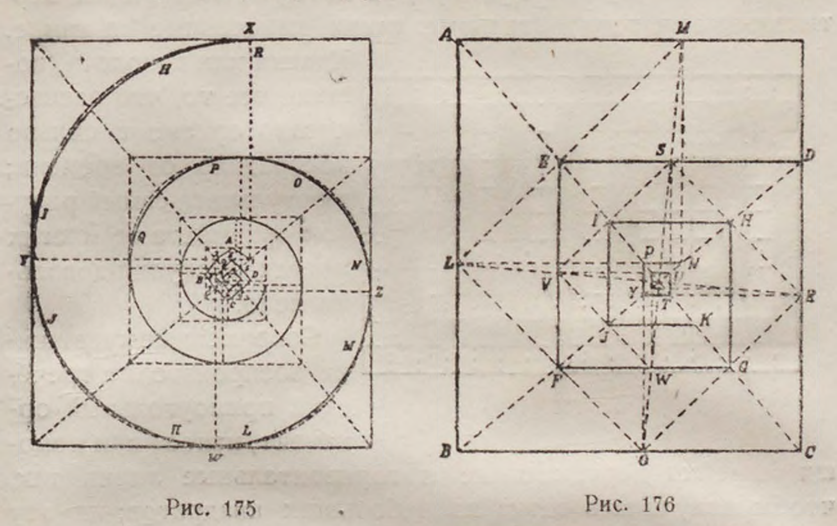


Рис. 175 Рис. 176

Таким образом, прямоугольная спираль *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *J*, *K* и т. д. в точности содержится в прямоугольной спирали *M*, *L*, *O*, *R*, *S*, *V*, *W* и т. д.

Углы расположенных кольцом квадратов находятся в точках *N*, *P*, *Y*, *T*, *U* и т. д.

ГРЕЧЕСКИЙ МЕАНДР

Может быть, читателю уже приходило в голову, что прямоугольная спираль весьма напоминает знаменитый греческий прямоугольный орнамент — меандр.

В Парфеноне наблюдаются два типа меандра, заметно отличающиеся друг от друга; один — сложный, находящийся над Панафинейским фризом; другой — простой, под карнизом.

Поверхность мрамора была, повидимому, покрыта белым слоем, вероятно, гипса или какой-то смеси, в которую гипс входил составной частью. На этой поверхности были нанесены вертикальные и горизонтальные линии при помощи какого-либо острого инструмента или иглы. В результате получилась сетка, и на ее фоне был нанесен рисунок меандра. В настоящее время около Парфенона лежат на земле несколько кусков мрамора, на которых еще видны вертикальные и горизонтальные линии, нанесенные на камне. Краски или позолота, вообще все то, что расцвечивало орнамент, сильно пострадало от времени; в результате самый рисунок орнамента во многих местах выступил довольно ясно.

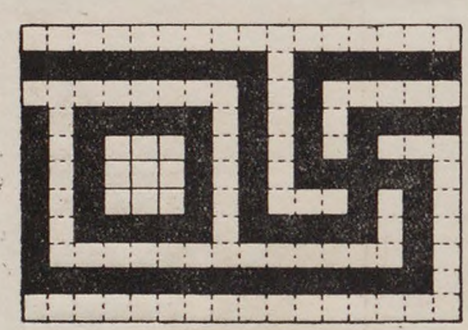


Рис. 177

Современные художники воспроизводят греческий прямоугольный орнамент, нанося при помощи линейки вертикальные и горизонтальные линии так, чтобы получилась сетка из небольших квадратов; на эту сетку они наносят рисунок орнамента. Когда мне удалось впервые увидеть камни с остатками греческого орнамента, я сперва пришел к заключению, что, по крайней мере хоть в этом случае, можно констатировать единство в методах современного и древнего искусства.

Сосчитав вертикальные и горизонтальные линии, необходимые для полного орнамента, я построил сетку из квадратов, исходя из требуемой высоты, а затем построил рисунок орнамента. Однако при сравнении полученных результатов с греческим оригиналом оказалось, что они не сходятся по длине. Чтобы достичь этого совпадения, пришлось построить динамическую площадь и разделить ее посредством прямоугольной сетки. Полученная таким образом сетка состояла не из квадратов, а из прямоугольников, правда, весьма близко подходящих к квадратам, но все же не квад-

ратов. По всей вероятности, настоящий греческий меандр никогда не создавался еще со времени классической древности. Невооруженному или неопытному глазу едва ли удастся уловить различие между прямоугольником греческого меандра и квадратом; эта разница, повидимому, как раз и отличает греческое совершенное мастерство от современной грубой работы, динамическую симметрию от статической.

Для простого меандра под карнизом (рис. 177) пришлось применить прямоугольник, состоящий из квадрата и двух прямоугольников 0,236. Эта площадь была разделена вертикально на шестнадцать частей и горизонтально на одиннадцать частей. Рисунок пришлось наносить на эту сетку из кажущихся квадратов. Отношение выражается, как 1 : 1,472.

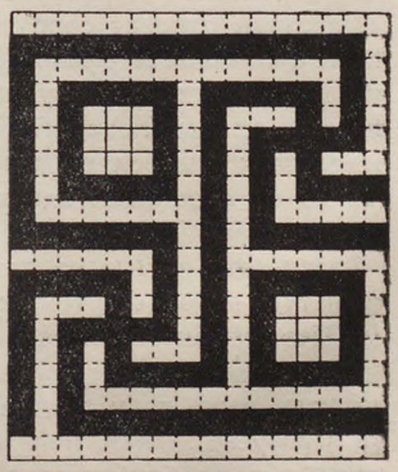


Рис. 178

Для сложного меандра над Панафинейским фризом пришлось применить прямоугольник, состоящий из двух квадратов плюс прямоугольник 0,618, т. е. 0,5 плюс 0,618. Этот прямоугольник подобен прямоугольнику фасада, не считая фронтона, минус квадрат. Этот прямоугольник можно также определить, как состоящий из пяти прямоугольников 0,236. Отношение его выражается, как 1:1,18.

Эта площадь разделяется горизонтально на девятнадцать частей и вертикально на шестнадцать частей. Меандр был построен, как указано на рис. 178.

Построение прямоугольника для волюты отчетливо выявляет несколько принципов расчленения прямоугольников для композиционных целей.

ВТОРОЙ ХРАМ, ПОСТРОЕННЫЙ АРХИТЕКТОРОМ ПАРФЕНОНА

Вблизи суровой и одинокой вершины горы Котилион, в Бассах, в Аркадии, находятся остатки дорийского храма Аполлона Эпикуриоса. Этот храм был спроектирован Иктином, строителем Парфенона.

Павсаний относит сооружение этого храма ко времени после окончания Парфенона, когда слава архитектора Иктина была окончательно упрочена. Некоторые современные авторитеты полагают, что дата постройки должна быть отнесена к еще более раннему времени. Исходя исключительно из пропорций здания, мы считаем, что Павсаний все же прав.

Здание это интересно тем, что оно не имеет никаких курватур, подобных тем, которые замечены в Парфеноне. Повсюду мы видим, что композиция храма основана на прямых линиях; даже колонны не имеют энтасиса. Пенроз посетил этот храм, но, не найдя курватур ни в плане, ни в разрезе здания, повидимому, потерял к нему всякий интерес и не опубликовал никаких данных. Английский архитектор Кокерель сделал прекрасный рисунок храма, но дополнительно приведенные им скудные данные, касающиеся размеров, совершенно не соответствуют действительности. Французский архитектор Блуэ, возглавлявший научную экспедицию в Морею в 1837 году, опубликовал некоторые данные из своих измерений. Эти данные совпадают с данными наших обмеров, произведенных при посещении этого храма в январе 1921 года, уже после того, как Греческое археологическое общество произвело значительные работы по реставрации храма.

Здание было построено из местного камня, в котором содержится много кремния. Более мягкие составные части сильно выветрились, но кремний остался, сохранив, повидимому, ту форму камней, которую им придали каменщики. В настоящем своем виде здание имеет много повреждений, которые, очевидно, являются следствием землетрясения.

Под западным фасадом заметно оседание искусственно выровненной площадки. Расположение здания характерно тем, что оно ориентировано на север и юг. Тем не менее, внутреннее помещение, в котором стояла статуя, имело на восточной стороне дверь в боковой стене. Ввиду имеющихся повреждений, я склоняюсь к тому мнению, что при измерениях здания в длину могла быть допущена ошибка в 2 см.

Хотя все колонны наружной колоннады еще сохраняют свое положение, за исключением одной (в юго-восточном углу), я все же не считаю, что существующие чертежи лицевых сторон вполне достоверны. В связи с этим я сосредоточил свое внимание на плане и его подразделениях архитектурными частями, находящимися еще на своих местах.

Весь план, определяемый нижним слоем камней над уровнем почвы, состоит из четырех прямоугольников 0,618.

Прямоугольник верхней ступени стилобата состоит из двух квадратов и прямоугольника 0,618.

Внешняя часть целлы, определяемая ступенью, состоит из прямоугольников 1,618.

План внутренней части целлы состоит из четырех прямоугольников 0,618.

Отношение прямоугольника плана внутренней части целлы к прямоугольнику плана всего здания выражается, как 1 : 2,36 (см. внутреннюю часть целлы Парфенона).

Прямоугольник, образованный осями угловых колонн наружной колоннады, состоит из квадрата и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$.

План пола помещения, в котором стояла статуя, состоит из квадрата и двух прямоугольников 0,236. Слишком большая точность здесь вряд ли возможна.

Осевший пол пронаоса образует прямоугольник 1,618.

Осевший пол опистодома образует прямоугольник, состоящий из двух квадратов плюс прямоугольник, подобный прямоугольнику плана всего храма по верхней ступени стилобата.

Прямоугольник, образованный полом нефа, состоит из двух квадратов и двух прямоугольников $\sqrt{5}$.

Колонны, окружающие неф, расположены по прямоуголь-

никам $\sqrt{5}$, а диаметры баз колонн определяются прямоугольниками 0,236.

План храма в Бассах служит интересной иллюстрацией древнего метода топографической съемки. Эта операция производилась гарпедонаптами (буквально „закрепляющими веревку"). Кантор, немецкий историк математики, сообщает, исходя из надписей на египетских храмах, что в обязанность этих „закрепляющих веревку" входило ориентировать здание по отношению к созвездию Большой Медведицы. „Когда меридиан таким образом устанавливался, то линия, проходящая к нему под прямым углом, определялась, повидимому, путем построения треугольника при помощи веревок, имевших соответственно три, четыре и пять единиц в длину".

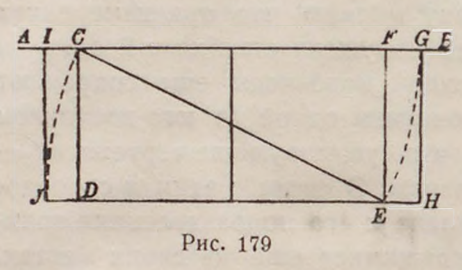


Рис. 179

Процедура протягивания веревки, согласно Кантору, „принадлежит к временам незапамятной древности; эта процедура упоминается в отчете эпохи Аменемхета I, хранящемся в Берлинском музее". До нас дошла цитата из сочинения греческого математика и философа Демокрита, в которой говорится следующее: „Я путешествовал по многим странам земли больше, чем любой человек моего времени, и повсюду осведомлялся о наиболее от нас далеких вещах. Я наблюдал много климатов и стран и слушал много ученых людей; однако никто из них никогда не превосходил меня в искусстве построения линий и в доказательстве путем наглядных примеров; никто, даже египетские гарпедонапты, как их называют, и с которыми я в общем прожил пять лет в чужой стране".

Приведенная цитата указывает на то, что эти землемеры были известны как опытные геометры, т. е. как „измерители земли". Нам известно, что греки хорошо были знакомы с методом определения прямых углов путем чисел; древние индусы тоже были знакомы с этим методом, так как до нас дошли их формулы, применявшиеся для

этого. В настоящее время инженеры, будучи в поле на съемке и не имея при себе инструментов, применяют те же самые методы.

При помощи этого древнего метода план храма в Бассах может быть определен следующим образом:

Допустим, что *AB* на рис. 179 есть вспомогательная линия, в данном случае установленная при помощи зрительного метода на север и юг.

На этой линии построим прямоугольный треугольник *FCE* и два квадрата *CE*. *CD* определяет ширину храма.

Человек, стоящий в точке *C*, и другой — в точке *E*, держат веревку *CE* туго натянутой.

Человек, стоящий в точке *C*, удерживает веревку, вероятно, при помощи колышка, а человек, стоящий в точке *E*, идет к точке *G*, где вбивается другой колышек.

DG — прямоугольник $\sqrt{5}$.

Когда человек возвращается от точки *G* и становится в точке *E*, отметив точку *G* колышком, то другой, стоящий в точке *C*, идет к точке *J*. Таким образом определяется площадь *GJ*.

JC и *EG* — прямоугольники 0,236, вся площадь *JG* выражается отношением $\sqrt{5}$ плюс 0,236 или 2,472 (т. е. 0,618 × 4).*

Тем не менее, измерения храма Конкордии немецкими археологами Кольдевей и Пухштейном, произведенные после Перро и Шипье, дали другие результаты. Таким образом, схема Таннери не доказана. Было бы весьма интересно, если бы пропорции храма в Бассах (отношение 2,472) могли быть установлены в храме Конкордии. Исходя, од-

---

* Исходя из измерений греческого храма так называемого Конкордии в Акраганте (Сицилия), произведенных Перро и Шипье, французский математик Поль Таннери нашел, что прямоугольник, образованный центрами угловых колонн, состоит из четырех прямоугольников 0,618 (т. е. имеет отношение 2,472).

Если принять радиус окружности за 1, то сторона вписанного десятиугольника равна 0,618.

Со времени опубликования исследования Таннери делались попытки, в особенности немецкими учеными, принять в качестве пропорций греческих храмов отношение стороны десятиугольника к радиусу. Этот процесс был назван ими „геометрией круга“.

нако, из общего характера измерений, произведенных Кольдевей и Пухштейном во многих других греческих храмах, мы склонны дать результатам, полученным германскими учеными, самую положительную оценку.

АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ПРОПОРЦИЙ ХРАМА АПОЛЛОНА В БАССАХ

Прямоугольник общего плана — 16,09 на 39,804 м. Отношение — 2,472, что равно 0,618 × 4, или 2,236 + 0,236. Ошибка в 0,025.

Прямоугольник верхней ступени — 14,626 на 38,324 м. Отношение 2,618. Ошибка в 0,012.

Внешняя длина целлы — 28,07 и ширина 8,66 м.

Отношение — 3,236, или 1,618 × 2. Обратная дробь для 3,236 есть 0,309. 28,07 × 0,309 = 8,673. Ошибка в 0,013.

Длина внутренней части целлы — 16,864, ширина 6,822.

Отношение равно 2,472 (то же, что и для всего плана).

Длина внутренней части целлы, будучи умножена на 2,36, равна длине всего плана.

Ширина внутренней части целлы, будучи умножена на 2,36, равна ширине всего плана.

Прямоугольник, образованный центрами угловых колонн — 13,250 на 36,948 м. Отношение — 2,788854 (0,4472 × × 4 = 1,788854; если к этому прибавить единицу, то получится указанное отношение).

План пола помещения со статуей — 4,634 на 6,822 м.

Отношение — 1,472 (0,472 = 0,236 × 2). Ошибка в 0,001.

Прямоугольник осевшего пронаоса — 4,061 на 6,564 м.

Отношение — 1,618. Ошибка в 0,005.

Прямоугольник осевшего опистодома — 2,756 на 6,564.

Отношение — 2,382. Ошибка в 0,0009.

Отношение двух последних прямоугольников друг к другу выражается, как 1 : 1,472.

Прямоугольник пола нефа (3,656 на 10,570) состоит из двух квадратов и двух прямоугольников $\sqrt{5}$. Отношение — 2,8944. Ошибка в 0,01.

Развалины дорийского храма на мысе Сунии, в нескольких милях к югу от Афин, находятся в плохом состоянии. Эти развалины были измерены Дёрпфельдом и Греческим археологическим обществом. Результаты, полученные в обоих случаях, почти тождественны. Представитель общества Орландос нашел лишь ничтожную разницу в ширине, по сравнению с измерением Дёрпфельда.

План состоит из трех прямоугольников 0,618 плюс половина прямоугольника 0,618. Длина — 32,87, ширина — 15,20 м. Отношение — 2,163 (или $0{,}618 \times 3^1/_2$) $2{,}163 \times 15{,}20 = 32{,}8776$. Ошибка в 0,0076).

Прямоугольник верхней ступени состоит из двух квадратов плюс половина прямоугольника 0,618. (Длина — 31,15, ширина — 13,48 м. Отношение — 2,309. Ошибка в 0,025).

Длина нижней ступени — 32,67; ширина — 15,00 м.

Прямоугольник ее состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ и прямоугольника 1,618 ($1{,}618 + 0{,}559$. Отношение — 2,177. Последнее, будучи умножено на 15,00, равно 32,665. Ошибка в 0,015.

Длина целлы — 20,97, ширина — 8,32 м. Площадь состоит из площадей квадратов и прямоугольников $\sqrt{5}$ $(0{,}691 \times 3) + + 0{,}4472$.

Принимая во внимание разрушенное состояние, в котором находится здание, трудно представить себе возможность более точного приближения к его подлинным размерам.

ГЛАВА 12

ДОРИЙСКИЕ ХРАМЫ НА ОСТРОВЕ ЭГИНЕ И В ОЛИМПИИ

Дорийский храм на о. Эгине является зданием значительно более древним, чем Парфенон; этот храм был измерен Фихтером, и результаты его исследования были опубликованы в труде Фуртвенглера (Furtwängler, Aegina, das Heiligtum der Aphaia).

Согласно измерениям Фихтера, весь прямоугольник плана храма определяется в 15,53 на 30,50 м.

Этот прямоугольник состоит из квадратов и прямоугольников 0,618, расположение которых воспроизведено на рис. 180. Конечно, возможны многие другие комбинации в пределах тех же пропорций, но построение, приведенное на рис. 180, представляется мне наилучшим. Ошибка при этом не превышает 4 мм.

S	√5	.618
	√5	.618
	√5	.618
	√5	.618

Рис. 180

Прямоугольник, образуемый целлой, включая ступень, состоит из четырех квадратов и четырех прямоугольников $\sqrt{5}$, как показано на рис. 181. Ошибка выражается в 0,027.

Пол внутренней части целлы образует прямоугольник, состоящий из трех квадратов и трех прямоугольников $\sqrt{5}$, т. е. подобный прямоугольнику *CB* на рис. 181. Ошибка выражается в 0,009.

√5	√5	√5	√5
S	S	S	S

A, C, B

Рис. 181

Прямоугольники между осями противолежащих колонн внутри целлы состоят каждый из квадрата плюс квадрат и прямоугольник $\sqrt{5}$. Ошибка выражается в 0,005.

План нефа образует прямоугольник 4,236, обратная дробь — 0,236. Это отношение подобно отношению прямоугольников между колоннами целлы Парфенона.

Прямоугольник целлы, включая основания колонн, подобен внешней части целлы храма Зевса в Олимпии. Площадь состоит из площадей двух квадратов и двух прямоугольников 0,427 (ср. четверть прямоугольника фасада Парфенона). Этот прямоугольник можно также рассматривать, как состоящий из прямоугольника $\sqrt{5}$ плюс прямоугольник 0,618. Ошибка выражается в 0,010.

Прямоугольник основания статуи состоит из прямоугольника 0,618 плюс 0,236 × 3. Последний прямоугольник подобен прямоугольнику фасада Парфенона.

ХРАМ ЗЕВСА В ОЛИМПИИ

План храма, включая первый слой камней над уровнем почвы, образует прямоугольник, состоящий из двух квадратов и трех прямоугольников 0,618 (см. рис. 182). Эта пропорция была бы идеальной, если бы прибавить 8 мм к ширине, установленной измерениями Дёрпфельда. Тем не менее, длина обоих боковых фасадов чрезвычайно неодинакова, поскольку между ними есть разница больше чем в 45 см. Это значительное расхождение, несомненно, следует приписать разрушительной силе землетрясения; таким образом, измерения немецких ученых следует принимать с большой осторожностью. Средняя длина обоих фасадов, повидимому, определяется линией, проведенной через центр стилобата. Эта длина весьма близко подходит к результатам измерений Дёрпфельда.

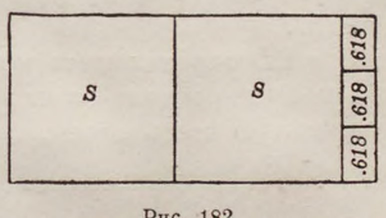


Рис. 182

Прямоугольник целлы, включая ступень, состоит из прямоугольника $\sqrt{5}$ плюс прямоугольник 0,618 (см. ту же пропорцию храма на о. Эгине.)

Прямоугольник, образуемый осями колонн наружной колоннады, состоит из двух квадратов плюс прямоугольник $\sqrt{5}$. Ошибка выражается в 0,012.

Прямоугольник, определяемый верхней ступенью храма, состоит из четырех прямоугольников $\sqrt{5}$ плюс квадрат и два прямоугольника $\sqrt{5}$.

Прямоугольник нижней ступени состоит из двух квадратов и двух прямоугольников $\sqrt{5}$; последние дают в сумме прямоугольник, подобный прямоугольнику антаблемента и фронтона Парфенона.

При исследовании развалин храма в их современном виде становится совершенно очевидным, что особое внимание было уделено средней части целлы, которая определяется осями колонн; такое же внимание, повидимому, было уделено и целле Парфенона. В храме Зевса известная часть этого внутреннего пространства здания была тщательно

выделена из остального внутреннего пространства каменным барьером, отделявшим посетителей от непосредственной близости к статуе божества. Следы на мощеном полу нефа Парфенона указывают на то, что в Афинах для этой цели служили металлические перила.

В храме Зевса площадь внутренней части целлы, определяемая осями колонн, состоит из пяти квадратов и пяти прямоугольников $\sqrt{5}$, расположенных, как указано на рис. 183.

AB и *CD* определяются короткими стенами целлы; два ряда колонн, расположенных на линиях *AC* и *BD*, образуют центральную часть целлы.

$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$
S	*S*	*S*	*S*	*S*

Рис. 183

Ширина этой площади определяется в 8,32 м; длина в 28,74 м. Квадраты и прямоугольники $\sqrt{5}$, показанные на рис. 183, имеют отношение 3,455, т. е. 0,691 $\times$ 5. Ошибка выражается в 0,002.

Упомянутый выше барьер отделял место для статуи Зевса — шедевра Фидия. Площадь пола этого замкнутого пространства имеет те же пропорции, что и подобная ей площадь, окружавшая статую Афины в Парфеноне. Каждая из указанных площадей является прямоугольником 2,36.

Согласно измерениям Дёрпфельда, прямоугольник 2,36, занимаемый статуей Зевса, имеет 8,32 на 19,60 м. Ошибка получается почти в 2 см, но мы не в состоянии определить, каким путем была установлена эта площадь: по центральной оси барьера или же по одной из границ его сторон. Внутренняя часть целлы находится в хаотическом состоянии; ввиду этого весьма затруднительно получить точные размеры храма, как видно уже по отличающимся друг от друга результатам обмеров его длинных сторон.

АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА РАЗМЕРОВ ХРАМА НА ОСТРОВЕ ЭГИНЕ

Ширина плана—15,53; длина—30,50 м. Отношение—1,9635. Ошибка в 0,004. План дает построение из квадратов и прямоугольников 0,618, т. е. из полутора квадратов и полутора прямоугольников 0,618.

Ширина целлы, включая ступень — 8,27; длина — 22,785 м. Отношение — 2,764, что равняется $0{,}691 \times 4$. Ошибка в 0,027.

Внутренняя часть целлы — $6{,}38 \times 1{,}3245$ м. Отношение — 2,073, или $0{,}691 \times 3$. Ошибка в 0,009.

Прямоугольники между осями колонн — $2{,}28 \times 3{,}85$ м. Отношение — 1,691, т. е. квадрат плюс квадрат и прямоугольник $\sqrt{5}$. Ошибка в 0,005.

План нефа — $3{,}05 \times 12{,}945$ м. Отношение – 4,236. Ошибка в 0,025.

Прямоугольник пола целлы, включая основание колонн, — $4{,}65 \times 13{,}245$ м. Отношение — 2,8541. Последняя величина равна числовому выражению $\sqrt{5}$, т. е. 2,236 плюс 0,618. Ошибка в 0,010.

Прямоугольник основания статуи — $0{,}92 \times 1{,}22$ м. Отношение — 1,326, или $0{,}618 + 0{,}7082$ (или $0{,}236 \times 3$).

АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА РАЗМЕРОВ ХРАМА ЗЕВСА В ОЛИМПИИ

Ширина плана—30,20; длина—66,64 м. Отношение—2,206. Это составляет два квадрата и треть прямоугольника 0,618.

Прямоугольник, образуемый ступенями целлы, — $16{,}39 \times 46{,}84$ м. Отношение — 2,8541, или $2{,}236 + 0{,}618$. Ошибка в 0,021.

Прямоугольник, образуемый осями колонн наружной колоннады, — $25{,}20 \times 61{,}70$ м. Отношение — 2,4472, т. е. два квадрата и прямоугольник $\sqrt{5}$. Ошибка в 0,012.

Прямоугольник, образуемый верхней ступенью храма, — $27{,}68 \times 64{,}12$ м. Отношение—2,3166, т. е. четыре прямоугольника $\sqrt{5}$ плюс квадрат и два прямоугольника $\sqrt{5}$. Ошибка в 0,0002.

Прямоугольник, образуемый нижней ступенью храма,— 29,76 × 66,02 м. Отношение—2,2236, т. е. два квадрата и два прямоугольника $\sqrt{5}$. Ошибка в 0,026.

Площадь пола внутренней части целлы, определяемая центрами колонн и полной длиной целлы,— 8,32 × 28,74 м. Отношение — 3,455, т. е. 0,691 × 5. Ошибка в 0,002.

Площадь, определяемая барьером вокруг статуи, — 8,32 × 19,60 м. Отношение — 2,36. Ошибка в 0,018.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] В действительности человечество уже вступило в этот период невиданного в истории художественного расцвета, который связан с рождением нового, социалистического общества. Очагом этого расцвета является единственная в мире страна социализма — СССР. Наоборот, капиталистический мир находится в тупике безвыходного художественного застоя, связанного с всеобщим кризисом капитализма.

[2] Это крайне упрощенная и совершенно неверная трактовка вопроса о соотношении творческой интуиции и техники, построенная на игнорировании того, как понимали его сами мастера и теоретики архитектуры. Витрувий писал: „Как во всем прочем, так главным образом в архитектуре заключаются все вещи: выражаемое и то, что его выражает. Выражается предмет, о котором идет речь: выражает же его пояснение, сделанное на основании научных рассуждений. Поэтому ясно, что тот, кто считает себя архитектором, должен быть силен и в том и в другом. Таким образом, ему надо быть и одаренным и прилежным в науке: ибо ни дарование без науки, ни наука без дарования не в состоянии создать совершенного художника“... „Архитекторы, пытавшиеся набить руку без научной подготовки, не могли добиться признания, соответствующего их трудам, опиравшиеся же только на теоретические рассуждения и научную подготовку преследуют, очевидно, тень, а не сущность. Тогда как изучившие и то и другое и поэтому оказавшиеся во всеоружии скорее добились своей цели, а вместе с тем и признания“ (Витрувий, „Десять книг об архитектуре“. М. Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1936, стр. 20).

[3] Здесь сильно преувеличена роль геометрической схемы в построении архитектурных пропорций греческими архитекторами. Витрувий был хорошо знаком с произведениями греческих архитекторов, писавших об архитектурных пропорциях. В качестве своих источников он упоминает недошедшие до нас известные произведения Силена, Херсифрона и Метагена, Иктина и Карпиона, Феодора Фокейского, Филона, Гермогена, Аркесия, Сатира и Пифея. Кроме того, он ссылается на менее известных авторов — Нексария, Феокида, Демофила, Поллия, Леонида, Силанкона, Мелампа, Сарнака и Энфранора. „...Я не выпускаю этого сочинения под своим именем, заметая следы чужой работы,— пишет Витрувий, — и не намерен доказывать свою правоту, опорачивая чьи-либо мысли, но напротив, я приношу бесконечную благодарность всем писателям за то, что, собрав из прошлого превосходные творения человеческого гения, они, каждый в своем роде, накопили изобильные заказы знаний, благодаря которым мы, как бы черпая воду из источника и проводя ее для собственных нужд, имеем возможность писать красноречивее и свободнее и, опираясь на таких авторов, осмеливаемся давать новые

наставления. Итак, увидев, что они открыли мне готовый путь к достижению задуманного мною, я, руководствуясь этим, пошел дальше по этому пути“ (Витрувий, стр. 133-134). Но у Витрувия нет никакого намека на ту роль геометрической схемы, которую ей приписывает Хэмбидж. Если бы мысли, с которыми он был несогласен, высказывали греческие авторы, Витрувий, несомненно, вступил бы с ними в полемику, как и делает, например, по вопросу о происхождении дорийского ордера (стр. 81).

4 Надо иметь в виду, что Хэмбидж употребляет термин „симметрия“ в его первоначальном древнегреческом смысле — „соразмерность“, „пропорция“. Греческие рисунки, действительно, характерны своей замечательной пропорциональностью, но эта пропорциональность вовсе не имеет того строго математического характера жестких геометрических схем, о которых говорит Хэмбидж. Чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить, что в греческой живописи применялось несколько канонов человеческого тела (Полигнот, Парразий и др.), что Зевксис, по рассказам, писал свою Елену Кротонскую с пяти натурщиц, что Эвфранор, по преданию, сравнивая своего Тезея с Тезеем Парразия, говорил, что его упитан мясом, а парразиев вскормлен розами.

5 Хэмбидж игнорирует то обстоятельство, что греческая философия пыталась найти выход из этого в признании принципиальной разнородности объектов арифметики и геометрии. Так, Аристотель в ответ на знаменитый парадокс элейского софиста Зенона писал: „Хотя мы не можем в нашем уме сосчитать бесконечно многое в бесконечное время, но движущееся движется не подобно процессу счета; счет есть операция членораздельная, которая как бы приостанавливается после каждого числа, но движущееся не останавливается на каждой точке“. „...Число принадлежит к раздельным величинам“. „Напротив, линия связно продолжается, т. е. можно найти общую границу, в которой сходятся ее части, эта граница есть точка“... „Такое же свойство имеют время и пространство“. „Никогда не следует доказывать, переходя при этом из одного ряда в другой; так, не следует прилагать арифметику к решению геометрических вопросов“ (Лоренц, Элементы высшей математики. Библиотека самообразования, 1907, стр. 125 — 126).

6 Как преломлялась эта особенность греческой математики в мозгу архитектора, показывает следующее место Витрувия: „...Я покажу, каким образом Платон разрешает одну из многих и полезнейших теорем. Если имеется равносторонний прямоугольный участок или поле и его требуется удвоить, то, так как нельзя найти посредством умножения потребного для этой цели числа, площадь выводится посредством правильного проведения линий. Доказательство этому следующее: площадь прямоугольного участка, имеющего в длину и в ширину по десяти футов, равняется ста футам. Если же потребуется ее удвоить, сделав ее в двести футов, с сохранением равенства сторон, спрашивается, какой величины должна быть сторона этого квадрата, чтобы получилась удвоенная площадь, равная двустам футов. Путем числа это сделать невозможно. Ибо если взять четырнадцать, то при умножении получится сто девяносто шесть футов, а если пятнадцать, то двести двадцать пять футов. Итак, раз этого нельзя вывести путем числа, то в прямоугольнике, имеющем в длину и в ширину по десяти футов, из угла в угол следует провести диагональ для разделения его на два равновеликих треугольника площадью в пятьдесят футов каждый, а по длине этой диагональной линии вычертить равносторонний прямоугольный участок. Таким образом, в большом квадрате получится четыре треугольника той же величины и такого же числа футов, как и два пятидесятифутовых треугольника, образованные в меньшем квадрате посредством рассечения его диагональю. Таким способом Платон показал удвоение линейным путем“... (Витрувий, стр. 170).

[7] Надо помнить, что древние математики, в отличие от современных не пользовались такими общими понятиями, как умножение и произведение. Там, где мы сказали бы о произведении общих величин, они горили о прямоугольнике же, образованном двумя отрезками, изображающими сомножители, и производили действия над этим прямоугольником. Таким образом, сложилось представление о величинах именно как о площадях, в частности и в первую голову о прямоугольниках и квадратах. Чтобы складывать или вычитать такие прямоугольники, было необходимо придать им общую сторону. Для этого в квадрате параллельно его сторонам проводили прямые, пересекающиеся на его диагонали. Эти прямые делят квадрат на два квадрата (расположенные по диагонали) и два равновеликих прямоугольника (через которые диагональ не проходит). Если один из этих прямоугольнчков заданный, то другому, имеющему с ним одну равновеликую сторону, легко придать любую величину. Так осуществлялось сложение, вычитание и деление. Умножению соответствовало построение прямоугольника по данным сторонам. Вот этот прием и носил название „приложения площадей".

[8] Гномоном греческие математики называли ту дополнительную фигуру, прибавлением которой одно квадратное число превращали в другое. Так, из числа n^2 получали число $(n+1)^2$, построив вдоль обеих сторон квадрата $2n$ новых квадратиков и прибавив еще один „$2n+1$"-ый квадратик в получившемся входящем углу. Затем гномоном стали называть всякую фигуру, выражающую разность между двумя перспективно подобными фигурами, центром подобия которых является угловая точка.

[9] Своей поверхностной и совершенно бесплодной аналогией между геометрией формы, цветами спектра и словарным материалом языка Хэмбидж механистически упрощает проблему пространственной композиции. Конечно, архитектор при компоновке геометрических форм не может произвольно выбирать сочетания линий, плоскостей и объемов. Это прекрасно понимали и Витрувий и его учителя — греческие авторы. „Некоторые древние архитекторы считали,— пишет он,— что дорийский ордер не следует применять в храмах, потому что у них получается тогда ложная и несогласованная соразмерность. Таково было мнение Аркесия и Пифея, а также и Гермогена".

[10] Витрувий по этому поводу пишет: „...Очевидно, вполне достаточно сделал тот, кто имеет приблизительное теоретическое представление о тех частях отдельных наук, какие необходимы для архитектуры, чтобы, если придется судить и высказывать мнение об этих предметах и искусствах, не оказаться беспомощным. Те же, кто обладают от природы такими способностями, сообразительностью и памятью, что могут в совершенстве постичь геометрию, астрономию и музыку и прочие науки, идут дальше того, что требуется архитекторам, и становятся математиками" (стр. 25).

Касаясь уровня необходимых архитектору геометрических знаний, он говорит: „Геометрия... приносит большую пользу архитектуре и прежде всего она учит употреблению циркуля и линейки, что чрезвычайно облегчает составление планов зданий, и правильное применение наугольников, уровней и отвесов". Но тот же Витрувий говорит о такой сложной геометрической проблеме древности, как удвоение куба, и обнаруживает осведомленность в том, как решали эту проблему Архит и Эратосфен (стр. 172). Но он полемизирует с Пифеем, который говорит в своих записках, что архитектор должен во всех искусствах и науках быть способным к большему, чем те, кто, благодаря своему усердию и постоянным занятиям какими-либо отдельными предметами, довели их до высшей степени совершенства (стр. 23).

Все это говорит об очень высоком уровне математических знаний древнегреческого архитектора.

[11] Не надо забывать, что произведения греческой живописи, где, конечно, больше всего и последовательнее всего применялись в композиции геометрические конструкции, до нас не дошли. Вазовые росписи даже в период расцвета находились под сильным влиянием Египта. Некоторое представление о классической живописи Греции дают фрески Помпей. Судя по этим фрескам, греческие живописцы применяли метод „частичной конструкции", как его назвал немецкий исследователь Керн. Они строили картину главным образом по вертикальной оси. Едва-едва чувствовали горизонт. Изображения линии горизонта они избегали. Все это говорит против предположения Хэмбиджа о строгом и последовательном применении жесткой геометрической схемы.

[12] Сохранившийся до наших дней письменный источник — Витрувий — дает совершенно другую трактовку этого вопроса. „Природа сложила человеческое тело так, что лицо от подбородка до верхней линии лба и начала корней волос составляет десятую долю тела, так же как и вытянутая кисть от запястья до конца среднего пальца; голова от подбородка до темени — восьмую и вместе с шеей, начиная с ее основания от верха груди до начала корней волос,— шестую, а от середины груди до темени — четвертую. Что до длины самого лица, то расстояние от низа подбородка до низа ноздрей составляет его треть, нос от низа ноздрей до раздела бровей — столько же, и лоб от этого раздела до начала корней волос — тоже треть. Ступня составляет шестую часть длины тела, локтевая часть руки — четверть, и грудь — тоже четверть. У остальных частей есть тоже своя соразмерность, которую также принимали в расчет знаменитые древние живописцы и ваятели и этим достигли великой и бесконечной славы... Естественный центр человеческого тела — пупок. Ибо если положить человека навзничь с распростертыми руками и ногами и поставить ножку циркуля к его пупку, то при описании окружности линия ее коснется пальцев обеих рук и ног. Точно так же как из тела может быть получено очертание окружности, из него можно образовать и фигуру квадрата. Ибо если измерить расстояние от подошвы ног до темени и приложить ту же меру к распростертым рукам, то получится одинаковая ширина и длина, так же как на правильных квадратных площадках" (Витрувий, стр. 65). Ссылка Хэмбиджа (стр. 33) на то, что Витрувий „сам или его предшественники допустили ошибку, предположив, что греки пользовались соизмеримыми линейными отрезками, тогда как в действительности это были элементы площадей", совершенно бездоказательна. Надо отметить, что его предшественниками как раз и были греки (см. прим. 3). „Как я заметил,— пишет он,— по этому предмету выпущено много книг, а моими соотечественниками до крайности мало. В самом деле, Фуфиций был первым, предпринявшим издание книги по этим вопросам; далее, Теренций Варрон написал одну книгу об архитектуре в сочинении своем „О девяти науках", а Публий Септимий — две" (Витрувий, стр. 134).

[13] Это уплощение прямоугольников, расположенных на фризе, имеет совершенно иные корни. Платон в диалоге „Софист" указывает, что у греков было в обычае увеличивать высоту частей, рассматриваемых снизу и уменьшенных поэтому перспективой. „Ведь если бы они,— говорит он про живописцев,— прекрасным вещам сообщали истинный размер, то высшие из них явились бы, знаешь, меньше надлежащего, а низшие — больше; потому что первые видимы бывают нам издали, а последние вблизи" (Сочинения Платона. М. 1879, ч. V, стр. 513).

То же положение формулирует Витрувий: „Все члены, которые будут над капителями колонн, т. е. архитравы, фризы, карнизы, поля фронтона, фронтоны, акротерии, следует на фасадах наклонять вперед на двенадцатую долю высоты каждого, так как, когда мы, стоя перед фасадами, проведем от глаза две линии, из которых одна будет касаться нижней,

а другая верхней части здания, то касающаяся верхней части окажется длиннее, поэтому, чем дальше линия зрения отходит от верхней части, тем больше будет видимое ее отклонение. Если же, как указано, верхние члены здания на фасаде наклонить вперед, то они будут казаться стоящими отвесно и прямо" (Витрувий, стр. 75).

[14] Прямоугольники DG и FS — равные, но не подобные.

[15] Витрувий описывает построение волюты следующим образом: „...В месте, отделяющем четыре с половиной части от трех с половиной, помещают центр глазка, а из этого центра описывают окружность с диаметром величиною в одну часть из восьми частей. Она будет размером глазка, и в ней проводят соответствующий катету диаметр. Тут вычерчивают волюту, начиная сверху, из-под абака, причем радиус каждой четверти ее круга уменьшается на полдиаметра глазка до тех пор, пока не достигнет последней четверти круга под абаком" (Витрувий, стр. 73).

[16] Насколько осторожно следует оперировать размерами Парфенона, видно из сопоставления данных различных обмеров. Вот что показывает сопоставление данных Колиньона и Пенроза:

	Данные Пенроза	Данные Колиньона	Разница в см
Ширина стилобата	30,89	30,89	0
Длина стилобата	69,07	69,50	+ 43
Внутренняя ширина целлы	19,09	19,04	— 5
Наружная ширина целлы	21,24	21,50	+ 26
Длина целлы	48,73	48,14	— 59
Ширина между колоннами целлы . .	11,80	11,01	— 79
Высота от низа стилобата до верха карниза	15,45	15,28	— 17

Причины подобных расхождений указаны в предисловии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Редактор издательства В. А. Виноград
Техн. редактор М. Масляненко

Уполн. Главлита № В-40813
Тираж 4000 экземпл.
Тип. заказ № 2900
Сдано в производство 27/XII 1935 г.
Подписано к печати 5/VI 1936 г.
В книге $12^{3}/_{4}$ печ. лист.
Формат бумаги 62×90, $^{1}/_{16}$

Набрано и отпечатано в школе ФЗУ
типографии газеты „Правда" им. Сталина
Москва, ул. „Правды", 24



ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	След. читать
197	10—9 снизу	Силанкона	Силаниона
197	9 „	Энфранора	Эвфранора
197	4 „	заказы	запасы
199	3—4 сверху	Го- рили	Го- ворили
199	17 „	площаде“	площадей“
199	21 „	квадратик в,	квадратик в

Хэмбидж „Динамическая симметрия в архитектуре“.


22
2003

Цена 6 руб.

Перепл. 1 р. 50 к.